
Dokumenti shpjegues mbi propozimin për supozimet dhe metodologjinë për një Analizë Kosto - Përfitim (CBA) në përputhje me kërkesat e përbajtura në Nenin 156 (11) të Rregullores së Komisionit (BE) 2017/1485 të datës 2 gusht 2017 për krijimin e një udhëzuesi mbi operimin e sistemit të transmetimit të energjisë elektrike (Rregullorja e Udhëzimit për Operimin e Sistemit - SOGR)

28 Shkurt 2018

Përmbajtja

1.	Lista e shkurtesave	2
2.	Hyrja.....	2
3.	Përshkrimi i FCR	4
4.	Supozimi kryesor i metodologjisë	5
5.	Metodologjia	6

1. Lista e shkurtesave

ACE	Gabimi i Kontrollit të Zonës
CE	Evropa Kontinentale
LER	Njësitë ose grupet siguruese të FCR me burime të kufizuara të energjisë
FCR	Rezerva e Mbajtjes së Frekuencës
FCP	Proçesi i Mbajtjes së Frekuencës
FRR	Rezervat e Restaurimit të Frekuencës
FRP	Proçesi i Restaurimit të Frekuencës
FSM	Mënyra në ndjeshmëri të frekuencës
Non-LER	Njësitë ose grupet siguruese të FCR me burime të pa-kufizuara të energjisë
NP RES	Burimet e energjisë së rinovueshme të pa-programueshme
RES	Burimet e Energjisë së Rinovueshme
SO GL	Udhëzuesi mbi Operimin e Sistemit
T _{min} LER	Sapo të nxitet gjendja e alarmit dhe gjatë gjendjes së alarmit, është koha për të cilën çdo sigurues i FCR-së do të sigurojë që njësitë e tij siguruese të FCR nga Rezervuarë të Kufizuar të Energjisë janë në gjendje të aktivizojnë plotësisht FCR-në në mënyrë të vazhdueshme.

2. Hyrja

2.1 Konteksti dhe qëllimi i raportit

Udhëzuesi për Operimin e Sistemit (SO GL) i hartuar nga Rrjeti Evropian i Operatorëve të Sistemeve të Transmetimit për Energji Elektrike (ENTSO-E) nën drejtimin e Agjencisë për Bashkëpunimin e Rregulatorëve të Energjisë (ACER) u miratua në Komitet në maj 2016, dhe në Gusht 2017 nga Komisioni Evropian.

Neni 156 (11) i SO GL kërkon përcaktimin e një metodologjie për një Analizë të Kosto-Përfitimit (CBA) për vlerësimin e periudhës kohore të kërkuar për njësitë ose grupet me Rezervuarë të Kufizuar të Energjisë (LER) që ofrojnë FCR-në në Evropën Kontinentale (CE) dhe zonat sinkrone Nordike.

Brenda 12 muajve pas miratimit të supozimeve dhe metodologjisë nga të gjithë autoritetet rregullatore të rajonit në fjalë, OST-të e Evropës Qendrore dhe zonave sinkrone Nordike do të paraqesin rezultatet e analizës së tyre të kosto-përfitimit, duke sugjeruar një periudhë kohore nga 15 deri në 30 minuta, që të jetë e disponueshme gjatë gjendjes së alarmit të sistemit.

Objktivi kryesor i metodologjisë së CBA i përshkruar në këtë dokument është zgjedhja e zgjidhjes që minimizon kostot e FCR-së pa rrezikuar sigurinë operacionale. Periudha e lartpërmendur që do të identifikohet pas zbatimit të kësaj metodologjie do të përdoret si një kërkesë për Ofruesit e Shërbimit

të Balancimit që përdorin burime me Rezervuarë të Kufizuar të Energjisë për ofrimin e FCR-së. Ofrueshit e Shërbimit të Balancimit do të duhet të sigurohen së në çdo moment gjatë gjendjes normale, burimet e LER-it kanë gjithmonë një kapacitet të energjisë që do t'u lejojë atyre të mbeten të disponueshëm për kohën minimale të përcaktuar nga studimi gjatë gjendjes së Alarmit, duke përdorur një strategji të menaxhimit të energjisë.

Sipas Nenit 18 (2c) të SO GL sistemi i transmetimit do të konsiderohet në gjendje Alarmi kur:

- Vlera absolute e devijimit të frekuencës së sistemit në gjendje të qëndrueshme nuk është më e madhe se devijimi maksimal i frekuencës në gjendje të qëndrueshme; dhe
- Vlera absolute e devijimit të frekuencës së sistemit në gjendje të qëndrueshme ka tejkaluar vazhdimisht 50% të devijimit maksimal të frekuencës së gjendjes së qëndrueshme, për një periudhë kohore më të gjatë së koha e nxitjes (ngacmimit) së gjendjes së alarmit ose diapazonit standard të frekuencës për një periudhë kohe më të gjatë së koha për rivendosjen e frekuencës.

Përcaktimi i periudhës së kohës minimale nga zbatimi i kësaj metodologjisë të CBA është një kërkesë e cila duhet të përmbushet në gjendjen e Alarmit, ndërsa ofruesi i FCR duhet të sigurojë që FCR-ja nga njësitë ose grupet me Rezervuarë të Kufizuar të Energjisë siguruese të FCR-së, janë në mënyrë të vazhdueshmem të disponueshme gjatë gjendjes normale (neni 156 (9) i rregullores SO GL).

Rezultatet e këtij studimi do të përdoren nga OST-të për të përcaktuar rregullat e para-kualifikimit për LER-ët. Në fakt, pas këtij studimi, secili OST duhet të llogarisë kapacitetin total të energjisë minimale që një LER duhet të ketë për t'u parakualifikuar për sigurimin e FCR.

Kërkesat për operimin e burimeve të LER të lartpërmendura, kur frekuanca është brenda intervalit të frekuencës standarde janë jashtë fushëveprimit të kësaj metodologjie.

Ky dokument siguron përcaktimin e metodologjisë duke përmbushur kërkesat që ka nen 156 (11) i Rregullores së Udhëzuesit për Operimin e Sistemit, i cili përbën bazën për zbatimin e mëvonshëm të CBA.

2.2 Organizimi i Raportit

Sekzioni 3 ofron një pasqyrë të kërkesave të FCR-së dhe Rregullores së BE për ofrimin e tij. Sekzioni 4 përshkruan supozimet kryesore të marra në konsideratë për hartimin e metodologjisë në lidhje me afatet kohore të përfshira në modelin e simulimit.

Sekzioni 5 ilustron metodologjinë duke siguruar:

- Bllokskemën e procedurës (skemat hyrëse-dalëse);
- Metodologjinë për llogaritjen e disbalancave për tu balancuar nga Procesi i Mbajtjes së Frekuencës, duke filluar nga të dhënat historike të frekuencës dhe probabilitetin e ndërprerjeve të elementeve të rrjetit.
- Metodën probabilistike për vlerësimin e sigurisë operacionale dhe qëndrueshmërisë së sistemit në lidhje me skenarë të ndryshëm, me një periudhe kohë minimale të përcaktuar;
- Hipotezat kryesore dhe përshkrimet e vlerësimit të kostos;
- Përshkrimin e skenarëve të miratuar për të paraqitur zhvillimet e ardhshme potenciale të sistemit energjistik dhe teknologjité e gjenerimit;

- Përshkrimin e kritereve për vlerësimin e periudhës kohore të nevojshme për LER që të mbetet i disponueshëm gjatë gjendjes së Alarmit duke përfshirë analizat e rrezikut të qëndrueshmërisë gjatë ngjarjeve më të rëndësishme të frekuencave reale;

3. Përshkrimi i FCR

Rezerva e Mbajtjes së Frekuencës (FCR) në Tregun e Balancimit të Brendshëm të Energjisë në Bashkimin Evropian i referohet rezervave operative të nevojshme për mbajtjen e vazhdueshme të devijimeve nga vlera nominale të frekuencës, në mënyrë që të ruajnë vazhdimisht balancën e fuqisë në të gjithë sistemin sinkron të interkonektuar.

Një përkufizim i FCR është dhënë në Nenin 3 (6) të SO GL ku FCR përfaqëson "rezervat e fuqisë aktive të disponueshme për të mbajtur frekuencën e sistemit pas shfaqjes së një imbalance".

Aktivizimi i kësaj rezerve rezulton në një restaurim të balancës së fuqisë, për një frekuencë që devijon nga vlera nominale. FCR në një zonë të sinkronizuar është me rëndësi të veçantë për besueshmërinë operacionale të zonës, pasi ajo lejon stabilizimin e frekuencës së sistemit në afatin-kohor të sekondave, në një vlerë stacionare të pranueshme në rast të një shqetësimi ose një incidenti. FCR varet nga rezerva e vënë në dispozicion të sistemit nga njësitat e sigurimit të FCR (p.sh. njësitat e gjeneruese, burimet e kontrollueshme të ngarkesës dhe lidhjet HVDC). FCR e siguruar nga njësitat e gjeneruese është një funksion i shpejtë, automatik dhe i decentralizuar që rregullon prodhimin e fuqisë së njësive gjeneruese si pasojë e devijimit të frekuencës së sistemit. FCR aktivizohet lokalisht dhe automatikisht në vendin e njësisë siguruese të FCR, pavarësisht nga aktivizimi i llojeve të tjera të rezervave.

Më shumë detaje mbi një temë të tillë mund të gjenden më tepër në Bashkimin Evropian SO GL. Veçanërisht, udhëzimet kërkojnë në nenin 156, së paku për zonat sinkrone për Evropën Kontinentale & Nordike, që:

- Njësia e sigurimit të FCR duhet të garantojë disponueshmërinë e vazhdueshme të FCR-së së saj gjatë periudhës së kohës në të cilën është e detyruar të ofrojë FCR (me përjashtim të një ndërprerjeje të detyruar);
- Një njësi e sigurimit të FCR me një rezervuar të energjisë që nuk kufizon aftësinë e tij për të siguruar FCR do të aktivizojë FCR-në e tij për aq kohë sa devijimi i frekuencës vazhdon;
- Një njësi e sigurimit të FCR me një rezervuar të energjisë që kufizon aftësinë e tij për të ofruar FCR duhet të aktivizojë FCR-në e saj për aq kohë sa devijimi i frekuencës vazhdon, përvèç nëse rezervari i tij energjetik është shtetur në drejtimin pozitiv ose negativ me sqarimet e mëposhtme:
 - Gjatë gjendjes normale, FCR nga njësitat e gjeneruese me rezervuarë të kufizuar të energjisë të FCR-së, duhet të jetë e disponueshme në mënyrë të vazhdueshme.
 - Sapo të jetë nxitur gjendja e alarmit dhe si dhe gjatë gjendjes së alarmit, FCR nga njësitat e gjeneruese me Rezervuarë të Kufizuar të Energjisë të FCR-së, do të aktivizohen plotësisht në mënyrë të vazhdueshme për një periudhe kohe që do të përcaktohet në përputhje me CBA-në. Kur nuk është përcaktuar asnjë periudhë, çdo ofrues i FCR duhet të sigurojë që njësitat e gjeneruese me Rezervuarë të Kufizuar të Energjisë të FCR-së, janë në gjendje të aktivizojnë plotësisht

FCR në mënyrë të vazhdueshme për të paktën 15 minuta ose, në rast të devijimeve të frekuencës që janë më të vogla së një devijim i frekuencës që kërkon aktivizim të plotë të FCR-së, për një kohëzgjatje të barabartë ose për një periudhë të përcaktuar nga secili OST, e cila nuk duhet të jetë më e madhe së 30 ose më e vogël së 15 minuta.

4. Supozimi kryesor i metodologjisë

4.1 Simulimi i periudhës kohore

Metodologja e tanishme e CBA do të bazohet në një model realist simulimi, i dobishëm për të kuptuar efektet aktuale të LER në rregullimin e frekuencave për skenarë të ndryshëm.

Një çështje kryesore që duhet të vlerësohet në mënyrë që të përcaktohet modeli i duhur i simulimit për analizën e sigurimit të FCR-së lidhet me afatet kohore të fenomeneve të përfshira.

Fenomeni dinamik dhe rregulloret relevante në sjelljen e frekuencës janë si në vijim:

- Inercia e Sistemit (rrotulluese dhe sintetike së bashku) kufizon gradientin e frekuencës pas një shqetësimi në sistem. Ajo ka ndikim Ajo ka ndikim në një shkallë shumë të shkurtër kohore ($0 \div 15s$) dhe është vendimtare në kufizimin e vlerave maksimale / minimale të frekuencës gjatë rastit para hyrjes në operim të FCR.
- Përgjigja dinamike e FCR. Secila njësi që ofron FCR shpërndan kapacitetin e vet të FCR-së, me një prirje dinamike specifike në lidhje me çështjet e saj teknike. Koha maksimale e shpërndarjes është përcaktuar në Nenin 154 të SO GL.
- Përgjigja dinamike e FRR. I referohet shkallës kohore në të cilën janë aktivizuar si FRR automatike ashtu edhe manual ($1 \div 15$ min).

Për objektivin e propozimit të metodologjisë aktuale të CBA-së, të dy inercitë e sistemit dhe fenomenet e përgjigjes dinamike të FCR do të neglizhohen. Metodologja ka në fakt qëllimin për të hetuar efektet e rezervuarit të kufizuar të energjisë të një pjesë të ofruesve të FCR në kuadrin e rregullimit të frekuencës.

Për qëllime të kësaj metodologjie, prania e LER-it ka efekt në sistem apo rezervuari i energjisë të jetë i zbrazur. Sipas SO GL Neni 156 (10) kjo zbrasje duhet të ndodhë jo para 15 minutash pas nxitjes së një gjendje alarmi ose, në rast të devijimeve të frekuencës që janë më të vogla së një devijim frekuence që kërkon aktivizim të plotë FCR-së, për një kohëzgjatje ekuivalente.

Kjo do të thotë së efektet e zbraszës së LER ndodhin në një kohë shumë më të madhe së afatet kohore në të cilën inercia dhe përgjigja dinamike e FCR tregojnë efektet e tyre.

Nëse në sistem ndodh një kontigjencë, frekuencia bie me një gradient në raport me inercinë e sistemit sinkron derisa FCR të jetë aktivizuar plotësisht. Frekuencia minimale e arritur gjatë rastit kalimtar varet vetëm në dinamikën e inercisë së sistemit dhe aktivizimit të FCR-së. Prania e LER nuk ndikon në frekuencën e sistemit në këtë kontekst, përderisa LER aktivizon rezervën e tij pavarësisht nga rezervuari i tij.

Në përputhje me këto fakte, problemi i lidhur me inercinë e kufizuar të sistemit, për shkak të penetrimit në rritje të teknologjive gjeneruese të bazuara në invertor, është i pavarur nga prania e LER dhe nga dimensionimi i rezervuarit të tyre të energjisë.

Për më tepër, metodologjia e tanishme CBA ka për qëllim të vëzhgojë efektin e LER pavarësisht nga teknologjia e tyre specifike. LER mund të jetë i bazuar në inverter (p.sh. qelizat elektrokimike) ose rrotulluese (p.sh. hidrocentralet e vegjël); ata mund të kenë në fakt efekte të ndryshme në rastin kalimtar të frekuencës për shkak të inercive të tyre të ndryshme dhe përgjigjes dinamike të FCR.

Analiza e cilësisë së frekuencës në terma afatshkurtër (siç influencohet nga inercia dhe përgjigja dinamike e FCR) shkon përtëj qëllimeve të kësaj metodologjie të CBA, sepse ajo nuk ndikon në përzgjedhjen e periudhës kohore.

Modeli i simulimit i implementuar duhet atëherë të marrë parasysh aktivizimin e FCR-së pa përgjigjen e tij dinamike (duke e konsideruar sistemin gjithmonë në gjendje të qëndrueshme në lidhje me FCR) dhe me aktivizimin e përgjigjes dinamike të FRR.

5. Metodologjia

Qëllimi kryesor i propozimit të metodologjisë CBA i përshkruar në këtë paragraf është të identifikojë kombinimin e periudhës minimale kohore (T_{\min} LER) të aktivizimit të plotë gjatë gjendjes së alarmit, LER Share dhe sasisë totale të FCR-së që do të prokurohet në zonën sinkrone që përfshin koston më të ultët të FCR në terma kohor afatshkurtër, pa rezikuar sigurinë e sistemit. Rritja e FCR ka vetëm qëllimin për të vlerësuar rreziqet e qëndrueshmërisë së sistemit dhe koston totale të FCR në rast të rritjes së volumit total të FCR siç kërkohet nga Neni 156 (11d) i SO GL. Duhet theksuar së dimensionimi i FCR është përcaktuar në nenin 153 të SO GL, prandaj nuk mund të jetë subjekt i kësaj metodologjie CBA.

Për të arritur këtë qëllim metodologjia është e organizuar në detyrat e mëposhtme:

- Vlerësimin e Proçesit të Mbajtjes së Frekuencës (FCP) në praninë e LER i bazuar në simulimet dhe duke marrë parasysh një metode probabilistike për shkaqet kryesore të devijimeve të frekuencës. Aktiviteti synon të përcaktojë sasinë e kostove totale të FCR dhe dimensionimin e FCR duke pasur parasysh skenarë të ndryshëm.
- Vlerësimin e qëndrueshmërisë së sistemit energjetik që simulon praninë e LER gjatë ngjarjeve reale më të rëndësishme të frekuencës. Ekzistojnë sekuencia komplekse të ngjarjeve të cilat mund të çojnë në disbalanca të rëndësishme të fuqisë që nuk mund të vëzhgojen me anë të simlimeve probabilistike. Qasja e propozuar për të kapërcyer këtë kompleksitet modelimi është simulimi i skenarëve të ndryshëm të pjesëmarrjes së LER në FCR gjatë ngjarjeve më të rëndësishme të ndodhura në të vërtetë duke filluar nga të dhënat e regjistruar të frekuencës. Veprimtaria synon të verifikojë që kombinimet e periudhës kohore, të LER Share dhe dimensionimi i FCR nuk rrezikojnë qëndrueshmërinë e sistemit, duke çuar potencialisht në një gjendje black-out-i, edhe gjatë shqetësimeve më të rëndësishme reale të frekuencës.

Metodologjia do të bazohet vetëm në vlerësimin e riskut të qëndrueshmërisë. Kjo nënkupton që përkeqësimi i mundshëm i cilësisë së frekuencës - që lidhet me periudha të ndryshme kohore - do të neglizhohet.

Parografi i mëposhtëm do të përshkruajë në detaje supozimet dhe metodologjinë e CBA-së, si dhe kriteret për vlerësim që duhet të miratohen.

5.1 Vlerësimi i FCP në praninë e LER: Bllok-skema e procedurës

Në këtë paragraf është paraqitur Bllok-skema e procedurës (workflow) për vlerësimin e FCP-së në praninë e LER.

Bllokskema merr si hyrje një grup variabash që identifikojnë skenarin që do të vëzhgohet. Përveç periudhës së kohës minimale $T_{\min \text{LER}}$, shumë variabla të tjera janë të nevojshëm për vlerësimin e FCP - të gjithë këto variabla karakterizojnë një skenar. Një pëershkrim i skenarëve që do të shqyrtohen në CBA dhe supozimet kryesore të tyre është treguar në paragrafin 5.7.

Rezultati i bllokskemës është një kosto e lidhur me skenarin. Skenarë të ndryshëm mund të analizohen më pas duke krahasuar kostot e rezultateve. Për një skenar simulimi të përgjithshëm, bllokskema e proçesit ilustrohet në Figurën 1.

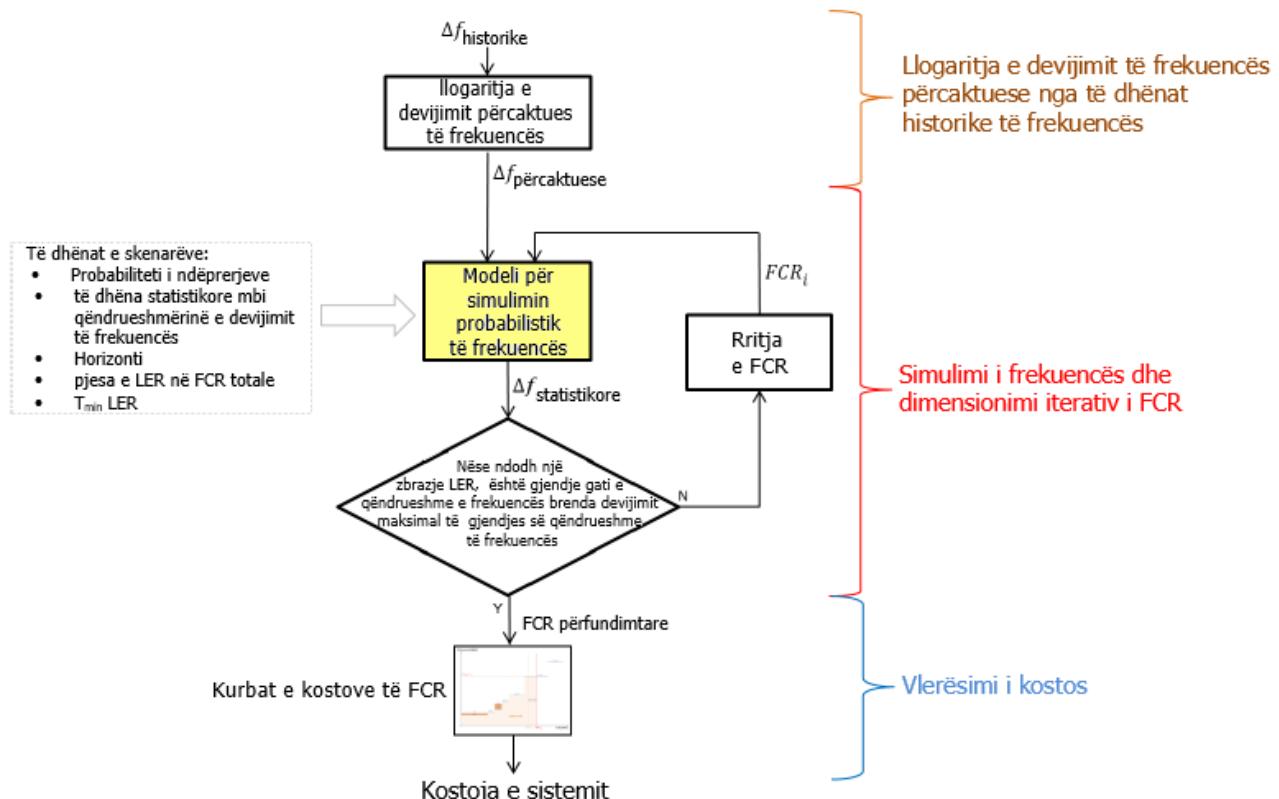


Figura 1. Bllok-skema e Proçesit

Proçesi është përbledhur në hapat e mëposhtëm:

1. Trendi historik i frekuencës ($\Delta f_{\text{historike}}$) është analizuar në mënyrë që të përcaktojë devijimin determinist të frekuencës së përshkruhet në paragrafin 5.2.
2. Modeli probabilistik i simulimit (paragrafi 5.4) i përdorur me qellim që të llogarisë statistikat e frekuencës së simuluar (Δf_{sim}).
3. Statistikat e frekuencës së simuluar janë analizuar me qëllim që të llogarisin efektet potenciale të zbraszës së LER në qëndrueshmërinë e sistemit.
4. Nëse analizat probabilistike nxjerrin në dukje që zbrasia e LER që detyron devijimin e frekuencës të arrije pragun maksimal të gjendjes së qëndrueshme, atëherë rritet dimensionimi i FCR-së (me një hap fuqie të përcaktuar) dhe vazhdohet me simulimin tjetër.

5. Hapat e mëparshëm 2, 3 dhe 4 përsëriten në një proces iterativ derisa të plotësohen kërkosat e përcaktuara në hapin 4.
Rezultati përfundimtar i këtij cikli përsëritës është vlera e fundit e dimensionimit të FCR (FCR_{final}). Kjo është vlera minimale e rritur e FCR e cila lejon të shmanget që zbranja e LER të beje që frekuencia të arrije në pragun maksimal të gjendjes së qëndrueshme.
6. FCR_{final} është përdorur per të vlerësuar koston totale të sistemit duke përdorur kurbat e kostos së rezervës (siç përcaktohet në paragrafin 5.6.1.1)
7. Rezultati final i proçesit është kosto totale e sistemit.
Siç theksohet në Figurën 1, procedura mund të ndahet në katër seksione të ndryshme:
 - Llogaritjet e devijimit të frekuencës deterministike nga të dhënat historike të frekuencës
 - Modeli për simulimin e frekuencës probabilistike
 - Dimensionimi i FCR përsëritëse
 - Vlerësimi i kostove

Një përshkrim i detajuar i çdo seksioni është paraqitur në paragrafët në vijim.

5.2 Llogaritja e devijimit të frekuencës deterministike nga të dhënat historike

Disbalancat e fuqisë në një zonë sinkrone shkaktojnë devijimet e frekuencës që FCP dhe FRP duhet të mbajnë dhe rivendosin.

Disbalancat e fuqisë mund të përshkruhen si diferencë e menjëherëshme midis ngarkesës dhe gjenerimit. Në disbalancimin e sistemit, mund të kenë ndikim shumë faktorë, për shembull:

- efektet e nxitura nga tregu për shkak të diferencës së fuqisë midis linearitetit të vazhdueshëm të ngarkesës dhe gjenerimit jolinear/me shkallë në përputhje me skedulimin që rezulton nga tregu;
- ndërprerjet në elementet e rëndësishëm të rrjetit (gjeneruesit, ngarkesat, lidhjet HVDC, etj.)
- gabimet në parashikimin e ngarkesës
- gabimi i parashikimit të Burimeve të Rinovueshme të Energjisë të Pa-programueshme (NP RES) (p.sh. era dhe solari)

Disa nga këto fenomene janë përcaktuese (p.sh. efektet e nxitura të tregut)-ato mund të parashikohen me përafrim të mirë.

Disa fenome mund të vlerësohen vetëm nga pikëpamja statistikore - p.sh. teorikisht është e mundur të vlerësohet shpërndarja e probabilitetit të gabimeve të parashikimit duke parë gabimet tipike të bëra në të kaluarën.

Ka fenomene të tjera që janë vetëm statistikisht të parashikueshme (p.sh. ndërprerjet).

Një simulim i plotë i FCP dhe FRP duhet të marrë parasysh të gjitha këto efekte, megjithatë, mund të jetë e vështirë për të marrë informacion të besueshëm për të gjithë ata dhe është edhe më sfiduese për të vlerësuar evolucionin e tyre në të ardhmen.

Burimi kryesor i informacionit është sigurisht regjistrimi historik i frekuencave e çdo zone sinkrone. Këto të dhëna megjithatë janë rezultatet e kombinimit të të gjitha efekteve të ndryshme me reagimin e sistemit për shkak të FCP dhe FRP.

Përcaktimi i komponentëve të ndryshëm të disbalancave të fuqisë nga të dhënat e frekuencës mund të jetë me të vërtetë një proces shumë kompleks.

Disbalanca e energjisë që do të menaxhohet nga FCP dhe FRP në vlerësim do të llogaritet duke marrë parasysh vetëm efektet më të rëndësishme mbi frekuencën, të cilat janë ndërprerjet dhe efektet e nxitura nga tregu. Faktorë të tjera që ndikojnë në disbalancimin e fuqisë në lidhje me gabimet e parashikimit të ngarkesës dhe NP-RES konsiderohen në mënyrë implicate në devijimin e qëndrueshëm të frekuencës (Paragrafi 5.3) të cilat bazohen në analizën statistikore të të dhënave historike të frekuencës.

Ndërprerjet do të modelohen me metodën probabilistike të Monte Carlos (paragrafi 5.4) – disbalancat e nxitura nga tregu do të llogariten duke filluar nga të dhënat historike të frekuencës.

Disbalancat e nxitura nga tregu janë disbalanca gjenerim- ngarkesë të shkaktuara nga ndryshimi në tarimet e gjenerimit në përputhje me rezultatet e të planifikimit të tregut. Këto janë një nga fenomenet më të rëndësishme të disbalancimit pasi ato mund të shkaktojnë një tejkalim të diapazonit të frekuencës standarde për disa herë çdo ditë.

Karakteristika kryesore e këtyre devijimeve është së ato ndodhin në periudha të caktuara gjatë ditës, me modele specifike prirje. Ata zakonisht ndodhin gjatë ndryshimit të orës.

Falë kësaj parashikueshmërie, fenomenet quhen devijime deterministe të frekuencës.

Devijimet deterministe të frekuencës do të analizohen duke filluar nga të dhënat historike të frekuencës të regjistruara nga OST-të gjatë 15 viteve të fundit, përfshirë 2017.

Një trend historik përcaktues i devijimit të frekuencës llogaritet duke filluar nga të dhënat e frekuencës të secilës zonë sinkron. Siç përshkruhet në Figurën 2, devijimi deterministik i frekuencës i marrë në vlerësimin e FCP do të merret duke analizuar devijimin historik të frekuencës dhe duke marrë parasysh rregullat e faturimit së tregut.

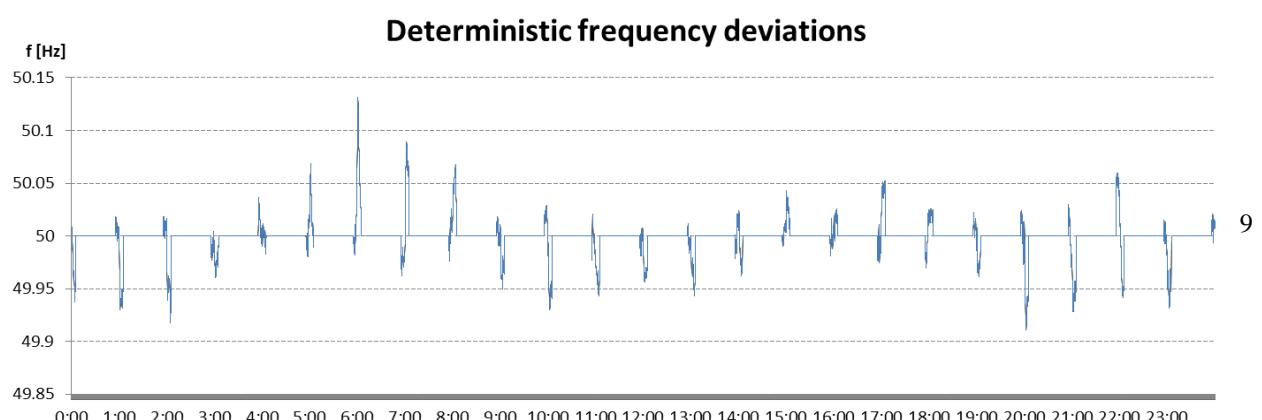
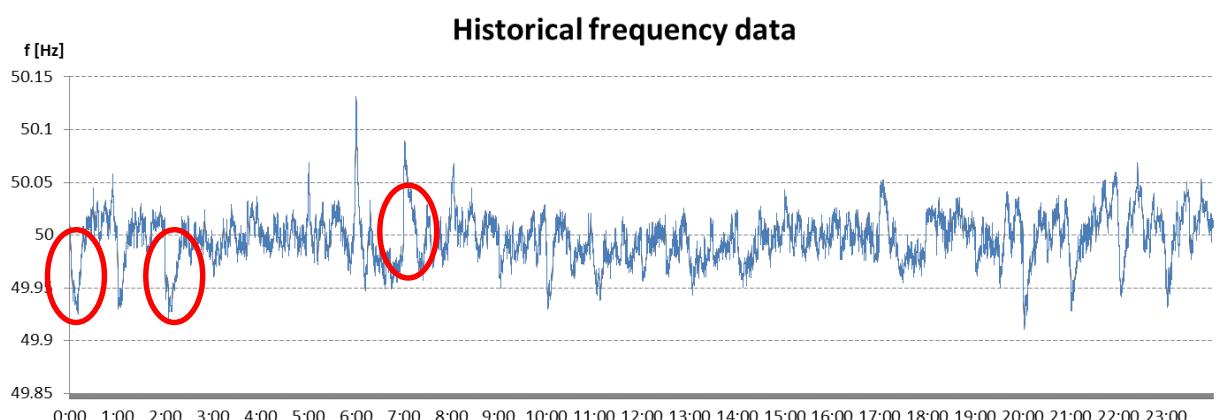


Figura 2. Shembull i një trendi ditor të të dhënave historike të frekuencës dhe devijimit deterministik të frekuencës

Trendi i devijimit të frekuencës deterministike analizohet më tej në mënyrë që të identifikojë mbivendosjen e mundshme me fenomenet e tjera. Në veçanti do të identifikohen dhe eliminohen mbivendosjet me ndërprerjet e regjistruarar specifike në zonën sinkrone.

Maqë ndërprerjet merren parasysh veçmas nëpërmjet qasjes së Monte-Carlos, ngjarjet faktike të identifikuara duhet të neglizhohen.

Devijimi determinist i frekuencës ($\Delta f_{\text{deterministike}}$) paraqet një nga të dhënrat hyrëse të modelit probabilistik të simulimit.

5.3 Devijimet e qëndrueshme të frekuencës

Gjatë operimit të se cilës zonë sinkrone, mund të ndodhin disa ngjarje në të cilat devijimi i frekuencës nuk mund të rikthehet në 50 Hz nga FRP (madje pa shkaktuar një gjendje alarmi).

Gjatë këtyre ngjarjeve (devijime të qëndrueshme të frekuencës), frekuanca mbetet rrëth diapazonit të frekuencës standarde gjatë një periudhe të zgjatur pa nxitur gjendjen e alarmit.

Devijimet e qëndrueshme të frekuencës zakonisht lidhen me shterimin e FRR në një zonë të vetme LFC. Mund të ndodhë që, për shkak të kontigjencave në një zonë të vetme të LFC-së, aktivizohet sasia totale e FRR-së së disponueshme e kësaj zone - ky aktivizim mundet të mos jetë i mjaftueshëm për të rivendosur devijimin e frekuencës në zero, sepse FRR-ja e dimensionuar është më e vogël së disbalanca e fuqisë shkaktuar nga kontigjencat. Në këto kushte, një pjesë e disbalancës së fuqisë është e balancuar vazhdimi i FCR-ja e të gjithë zonës sinkrone që potencialisht shkakton një devijim të qëndrueshëm të frekuencës. FRR e zonave të tjera të LFC-së që nuk janë prekur nga kontigjencat nuk janë në gjendje të rivendosin devijimin e frekuencës në zero, sepse nuk aktivizohet vetëm në bazë të frekuencës.

Duke konsideruar shterimin e FRR-së me anë të devijimit të qëndrueshëm të frekuencës, lejon shhangjen e marrjes në konsideratë të ngopjes së FRR në modelin e simulimit të diagramit të bllokut.

Kjo natyrë ngjarjesh do të merret parasysh, pasi ato mund të mbivendosen me burime të tjera të devijimit të frekuencës siç janë ndërprerjet e simluara në procesin e Monte Karlos.

Meqenëse devijimet e qëndrueshme të frekuencës janë ngjarje të paparashikuara, mënyra më e mirë për t'u marrë parasysh është nëpërmjet një metode probabilistike.

Duke analizuar tendencat historike të frekuencës të regjistruarar nga OST-të gjatë 15 viteve të fundit, përfshirë vitin 2017, është e mundur që dukuria të përshkruhet nga pikëpamja statistikore.

Analiza do të konsiderojë si devijim të qëndrueshëm të frekuencës të gjitha ngjarjet me një devijim mesatar të frekuencës në gjendje të qëndrueshme të sistemit, më të madhe së sa devijimi standard i frekuencës gjatë një periudhe më të gjatë së koha për të rivendosur frekuencën.

Duke marrë parasysh trendin disa vjeçar të frekuencës për secilën zonë sinkrone, analiza do të përcaktojë:

- numrin e ndodhjes së këtyre ngjarjeve;
- kohëzgjatjen tipike;
- trendin përfaqësues të devijimit të frekuencës;
- kohën tipike të ndodhjes, nëse nxirret në pah nga analiza statistikore

Këto informacione statistikore sintetike do të përdoren si të dhëna hyrëse për modelin probabilistik të simulimit Monte Carlos.

Modeli Monte-Carlos më pas simulon devijimet e qëndrueshme të frekuencës rastësore gjatë vitiit dhe në përputhje me informacionin statistikor të lartpërmendur.

5.4 Modeli për simulimin probabilistik të frekuencës

Modeli i simulimit të frekuencës është mjeti kryesor për të analizuar efektet e LER mbi frekuencën krahasuar me kushtet aktuale të operimit për kontrollin Ngarkesë-Kontroll të frekuencës dhe Rezervat. Modeli i simulimit mund të përfaqësohet si një model input-output siç tregohet në Figurën 3

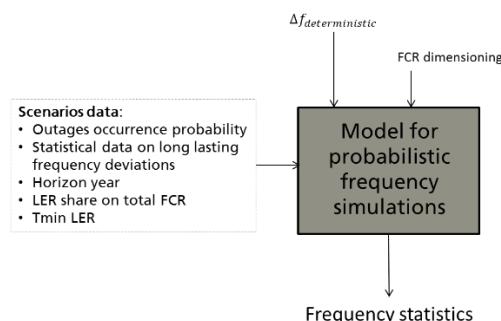


Figura 3

Qëllimi i modelit është të simulojë Proçesin e Kontrollit Ngarkesë - Frekuencë duke adoptuar një metodë probabilistike. Modeli duhet të jetë në gjendje të simulojë si FCP edhe FRP për çdo zonë sinkrone dhe si pasojë të llogarisë një frekuencë probabilistike ($\Delta f_{probabilistic}$) për skenarë të ndryshëm. Siç është trajtuar në 4.1, simulimet neglizhojnë inercinë e sistemit dhe përgjigjen dinamike të FCR, ndërkohë që merren parasysh efektet e FCR në gjendje të qëndrueshme dhe të FRR (me dinamikën e saj). Informacioni hyrës i dhënë që konsiderohet për llogaritjen e frekuencës probabilistike do të jetë:

- FCR: shuma totale e rezervës së mbajtjes së frekuencës në të gjithë zonën sinkrone. FCR do të reduktohet kur një sasi e LER ndodh të shterojë, pasi FCR e tyre nuk është më në dispozicion;
- Koha e aktivizimit të plotë të FRR;
- Një listë e ndërprerjeve të elementeve të rëndësishëm të rrjetit që sjell një ndryshim në disbalancimin e fuqisë. Probabiliteti i ndodhjes së ndërprerjeve sipas tipit të ngjarjes dhe teknologjisë së gjenerimit do të merret me anë të statistikave për të dhënat historike duke marrë parasysh së paku:

- Të dhënat e platformës së transparencës të ENTSO-E;
- Informacioni i mbledhur në raportin e LFC-së lidhur me disbalancat më të rëndësishme të fuqisë (disbalancat e fuqisë më të mëdha së 1000 MW);
- Studime kërkimore të bazuara në statistikat e difektit të njësisë.
- Devijimet deterministike të frekuencës siç përshkruhet në 5.2;
- Informacion statistikor në lidhje me devijimet e qëndrueshme të frekuencës të përcaktuara në përputhje me paragrafin 5.3

5.4.1 Metoda e Monte Carlo-s

Metoda probabilistike ka për qëllim të llogarisë disa kushte operacionale për Proçesin e Kontrollit Ngarkesë-Frekuençë, duke marrë parasysh devijimet deterministe të frekuencës, devijimin e qëndrueshëm të frekuencës dhe efektet e ndërprerjeve.

Kjo lloj metode mund të zbatohet duke përdorur algoritme të Monte Carlo-s në të cilat simulohen një numër i madh i viteve: kontigjenca do të ndodhë në varësi të probabilitetit të tyre.

Një rend i proceseve i paraqitur skematikisht për algoritmin është paraqitur në Figurën 4.

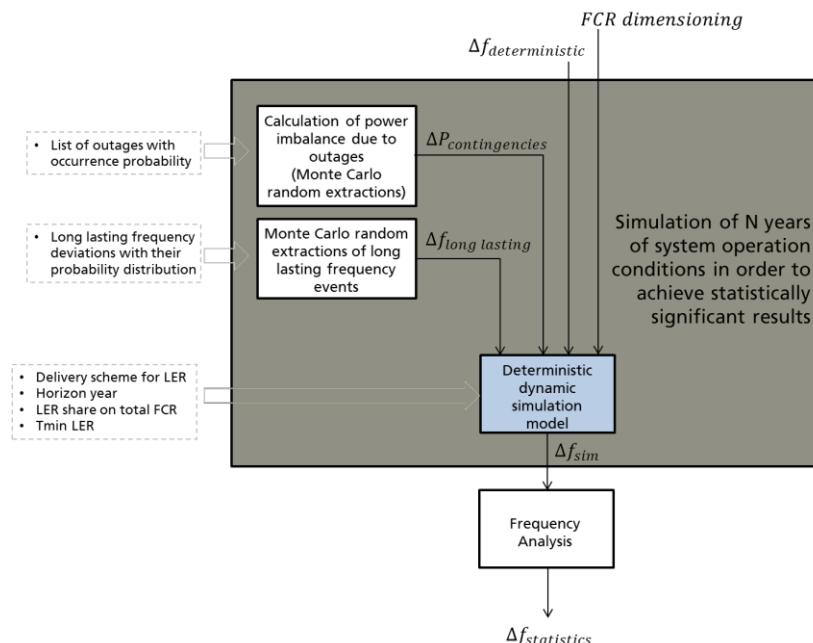


Figura 4 Rendi i proceseve i paraqitur skematikisht i Monte Carlo

Zona me ngjyrë përfaqëson proçesin që do të përsëritet N herë në mënyrë që të simulojë gjendjen më të gjerë operacionale të sistemit, të mundëshme. Parametri N duhet të jetë mjaftueshëm i madh për të arritur rezultate statistikisht të rëndësishme.

Çdo simulim paraqet një gjendje të mundëshme të sistemit gjatë vitit.

Disbalanca e fuqisë për shkak të ndërprerjeve llogaritet duke filluar nga një listë e kontingjencave të mundshme me probabilitetin e tyre të ndodhjes. Duhet të ketë një bllok në gjendje për të gjeneruar rastësish ndërprerjet duke marrë parasysh shkallën aktuale të difektit të secilit element në listën e marrë parasysh.

Blloku gjithashtu duhet të jetë në gjendje të nxjerrë në mënyrë rastësore ngjarjet e devijimit të frekuencës së qëndrueshme, duke filluar nga shpeshtësia tipike e tyre e ndodhjes.

Ngjarjet e kontigjencave (kombinimi i ndërprerjeve dhe ngjarjet e devijimit të qëndrueshëm të frekuencës) do të konsiderohen si të pavarura dhe të përafruara nga njëri-tjetri. Kjo është një përafrim i operimit të sistemit në kohe reale, dhe praktikisht një korrelacion midis ndërprerjeve dhe devijimit të rëndësishëm të frekuencës të shkaktuar nga faktorë të tjerë që mund të ngjasin, p.sh. një ndërprerje e planifikuar e njësisë gjeneruese mund të shkaktohet nga aktivizimi i mbrojtjes së tij nga frekuencë, duke rritur kështu disbalancën e energjisë edhe gjatë kushteve kritike.

Kontigjencat dhe devijimi deterministik i frekuencës janë të dhëna hyrëse për modelin dinamik deterministik (5.4.2) që simulan një proces të thjeshtuar të Proçesit të Rregullimit Frekuencës-Ngarkesë duke llogaritur devijimin e frekuencës. Çdo simulim gjeron si rezultat një trend të devijimit të frekuencës.

Një bllok tjetër integrion nga të gjitha vitet e simluara. Vendimi nëse rritet ose nuk rritet FCR në mënyrë që të kompensohet një zbraze e LER që nuk mund të tejkalohet nga ofruesit e mbetur të FCR do të bëhet duke marrë parasysh të gjitha vitet e simluara në mënyrë që të jetë më përfaqësuesi i mundshëm i të gjitha kushteve të mundshme operacionale që FCP dhe FRP duhet të përballojë.

5.4.2 Bllok diagrama e modelit të simulimit

Një diagram logjik për modelin e simulimit është paraqitur në figurën 5 më poshtë.

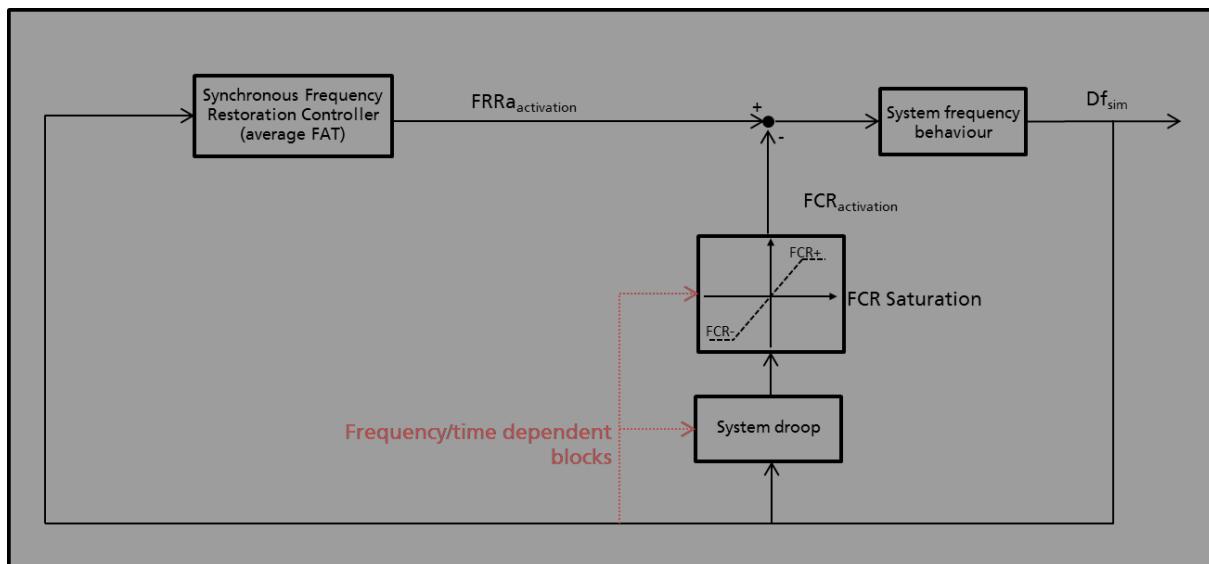


Figura 5

Modeli i referohet një sistemi të tërë sinkron. Çdo bllok përshkruhet në paragrafët e mëposhtëm

Kontrolluesi i Restaurimit të Frekuencës Sinkrone

FRP ka për qëllim të kontrollojë gabimin e kontrollit të restaurimit të frekuencës në drejtim të zeros. Kur një zonë sinkrone përmban më shumë së një zonë LFC, Gabimi i Kontrollit të Restaurimit të Frekuencës - ose Gabimi i Kontrollit të Zonës (ACE) - llogaritet nga devijimi ndërmjet shkëmbimit të planifikuar dhe aktual të një zone LFC (përfshirë Virtual Tie-Lines nëse ka) e korriguar nga faktori i frekuencës (K-Faktori i Zonës LFC shumëzuar me Devijimin e Frekuencës. Meqenëse modeli i

implementuar simulon sistemin zonës sinkrone në tërësi, gjithë Proçesi i Rregullimit Ngarkesë-Frekuencë ndërkufitar atëherë mund të neglizhohet.

Modelet e Kontrolluesit të Restaurimit të Frekuencës Sinkrone, simulon në fakt vetëm veprimin proporcional-integral të FRP mbi gabimin e frekuencës (Δf_{sim}).

I gjithë procesi i Restaurimit të Frekuencës i zonës sinkrone është modeluar me një rregulator të vetëm me një Kohe të Aktivizimit të Plotë (FAT ose Full Activation Time) të llogaritur si mesatare e FAT e të gjitha zonave LFC që i përkasin zonës sinkrone konsideruar kontributin e K-faktorit në FRR. Kontrolluesi i Restaurimit të Frekuencës Sinkrone nuk modelon ngopjen e FRR. Burimi konsiderohet pa kufizime pasi që fenomeni në lidhje me FRR-e shteruar janë marrë në konsideratë mënyrë implicite duke marrë parasysh ngjarjet e devijimit të qëndrueshëm të frekuencës.

FRP e simluar operon vetëm në shqetësimë të shkaktuara nga ndërprerje si për Devijimet Standarte të Frekuencës edhe për Devijimet e Qëndrueshme të Frekuencës tashme të përfshira në mënyrë implicite në aktivizimin e FRR. Modeli duhet të zhvillohet në mënyrë që dallojë dy llojet e ndryshme të shqetësimeve dhe të aktivizoje FRR vetëm në lidhje me ndërprerjet.

Ngopja e FCR

Modelet bllok të ngopjes tregojnë disponueshmërinë e kufizuar të FCR së zonës sinkrone.

Vlerat e ngopjes së FCR varen në kriterin e dimensionimit të përshtatur në çdo zonë sinkrone.

Me këtë bllok është e mundur të modelohet sjellja e LER për një kohe minimale të përcaktuar në të cilën ato duhet të sigurojnë FCR.

Ky bllok është në këtë mënyrë i varur nga frekuencia: nëse pjesë e FCR është siguruar nga LER, vlerat e ngopjes duhet të reduktohen apo të kenë shteruar rezervuarin e energjisë.

Pjerrësia e Sistemit (droop)

Blloku i pjerrësisë(droop) paraqet kurbën totale MW/Hz të te gjithë zonës sinkrone në tërësi.

Kurba është shumatorja e kurbave të ndryshme MW/Hz të zonave LFC të cilat janë pjesë e zonës sinkrone. Gjithashtu ky bllok është varur nga frekuencia: nëse pjesë e siguruesve të FCR është dhënë nga LER, pjerrësia ndryshon apo ata të kenë shteruar rezervuarin e energjisë.

Sjellja e frekuencës së sistemit

Modelet bllok tregojnë lidhjen midis Disbalancës së fuqisë dhe devijimit të frekuencës.

5.4.3 Simulimi i zbrazjes së energjisë nga LER

Në SO GL Neni 156 (9) është specifikuar se LER duhet të jetë vazhdimisht në dispozicion gjatë gjendjes normale.

LER konsiderohen pa kufizime energjie, ndërsa frekuencia mbetet brenda intervalit të frekuencave standarde.

Nëse një tejkalim i vazhdueshëm i vargut të frekuencave standarde përfshin nxitjen e një gjendje alarmi, energjia e aktivizuar dhe energjia e mbetur në rezervuar llogaritet nga tejkalimi i parë i limiteve të frekuencës standarde.

Energjia e mbetur merret parasysh edhe nëse gjendja alarmuese nuk është shkaktuar ende; kjo zgjedhje e implementimit është për shkak të faktit se gjendja e alarmit shkaktohet pas kohës nxitëse të gjendjes të alarmit.

Duke marrë parasysh një situatë të përgjithshme në të cilën shkaktohet gjendja e alarmit, shkaku aktual i gjendjes së alarmit ndodh pas një periudhe me devijim të frekuencës përtej devijimit standard

të frekuencës. Për shembull, në zonën sinkronike Nordike, gjendja e alarmit mund të ndodhë për shkak të devijimit të frekuencës vazhdimisht mbi 250 mHz për të paktën 5 minuta.

Duke marrë parasysh pragjet e sistemit Nordik si një shembull, edhe nëse periudha midis kapercimit të $\pm 100\text{mHz}$ dhe shkaktarit të gjendjes së alarmit mund të konsiderohet si gjendje normale, është shumë e vështirë që LER të mund ta mbajë plotësisht rezervuarin e saj të energjisë në këtë situatë.

Konsumi aktual i energjisë gjatë këtij tranzicioni nga gjendja normale në gjendjen e alarmit duhet të merret parasysh. Figura 6 jep një shembull lidhur me zonën sinkronike Nordike.

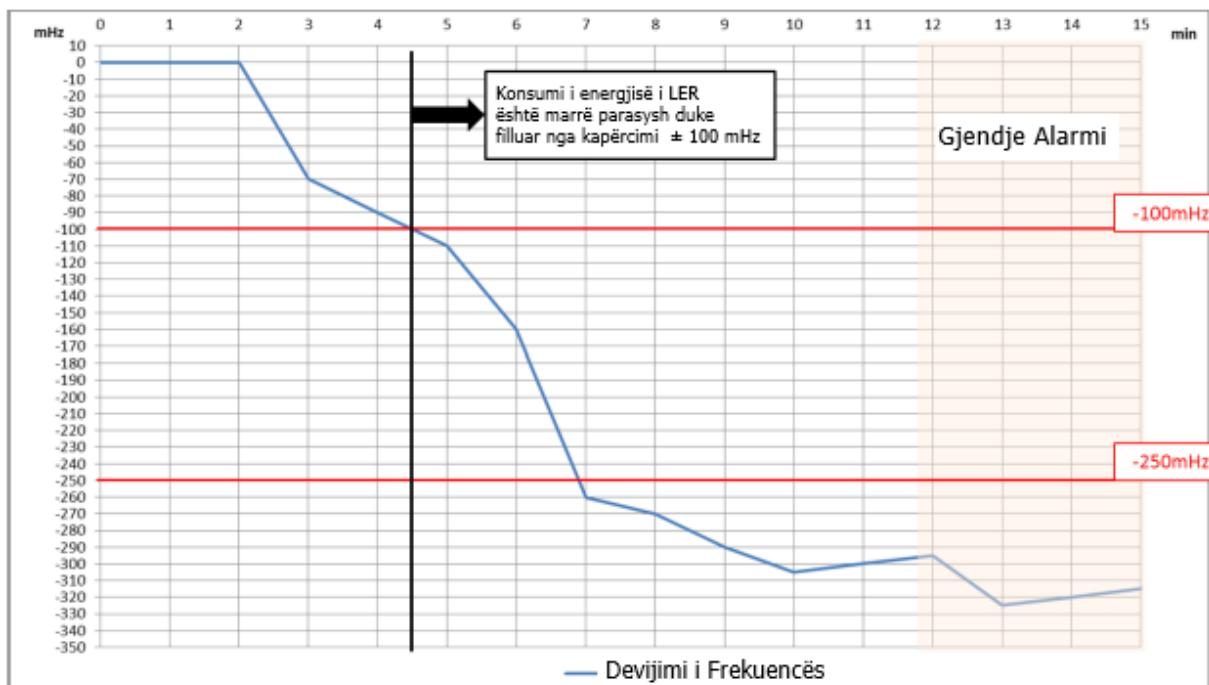


Figura 6: Pragjet fillestare për analizën e konsumit LER (Shembull i referuar zonës sinkronike Nordike)

Duhet të theksohet se marrja parasysh konsumin e energjisë para shkaktarit aktual të gjendjes alarmuese nuk nënkupton asnjë mbi dimensionimin të rezervuarit LER sipas SO GL Neni 156. Energjia e siguruar nga LER para momentit në të cilin është shkaktuar gjendja alarmuese llogaritet në llogaritjen e energjisë së kërkuar.

Në fakt, periudha kohore e përdorur në simulimet reflektohet në një përbajtje të energjisë të kërkuar për rezervuarin LER. Kjo përbajtje e energjisë është e barabartë me aktivizimin e plotë të FCR për periudhën kohore (p.sh. një periudhë kohore e barabartë me 15 minuta në sistemin Nordik reflektohet në një përbajtje të energjisë të barabartë me sigurimin e FCR për shkak të devijimit 500 mHz që zgjat për 15 minuta). Energjia e konsumuar përpëra nxitësit të gjendjes së alarmit është përfshirë në këtë përbajtje të energjisë.

Figura 7 e mëposhtme jep një shembull se si konsulimi i energjisë simulohet në këtë metodologji. Në këtë shembull, nëse simulohet një periudhë kohore prej 15 minuta, energjia ekuivalente e kërkuar (e barabartë me aktivizimin e plotë të FCR për 15 minuta) fillon të përdoret apo devijimi i frekuencës të tejkalojë intervalin e frekuencës standarde. Kjo nënkupton që zbranja e plotë mund mund të ndodhë para se të kalojnë 15 minuta të gjendjes së alarmit.

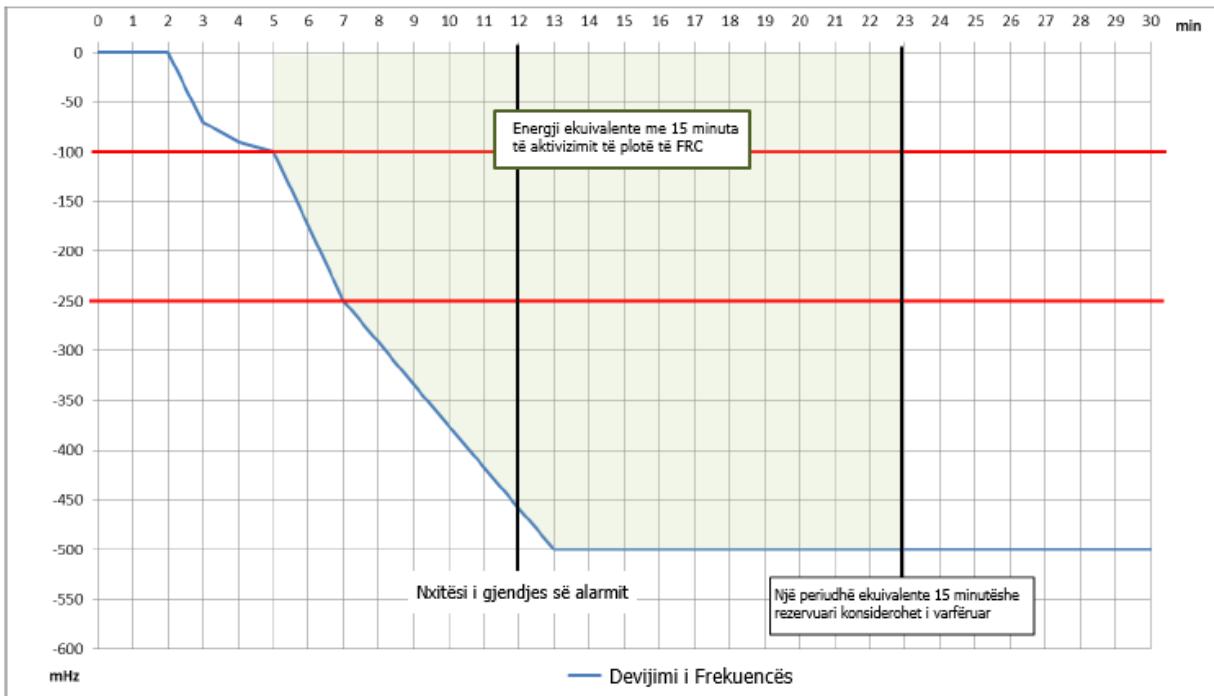


Figura 7: Shembull i zbrazjes për një rezervuar ekuivalent 15 minutësh në sistemin Nordik

Në disponueshmërinë e plotë të rezervuarit, vlera fillestare e nivelit të energjisë do të jetë e barabartë me gjysmën e kapacitetit të energjisë sëkuvalente të rezervuarit. Kapaciteti ekuivalent i energjisë (E_{max}) llogaritet për çdo periudhë kohore ($T_{min,LER}$) me formulën e mëposhtme:

$$E_{max} = 2 * \frac{T_{min,LER}}{60} * FCR_{LER} \quad [MWh]$$

Ku FCR_{LER} është FCR e siguruar nga LER [MW].

Në shterimin e rezervuarit të energjisë, LER ndalet për të siguruar FCR - kjo do të thotë se të dyja kurbat MW / Hz dhe shuma totale e FCR në sistemin janë modifikuar.

5.5 Dimensionimi përsëritës i FCR

Qëllimi i CBA aktual është të vlerësojë kostot e sistemit të lidhura me periudhën minimale të ndryshme në të cilën LER duhet të ofrojë FCR duke marrë parasysh ndikimin e tyre në rrezikun e stabilitetit. Modeli i simulimit i përdorur për llogaritjen e gabimit probabilistik të frekuencës në prezencën e LER midis ofruesve të FCR pritet të vlerësojë një përkqësim potencial të frekuencës në krahasim me një gjendje në të cilën të gjithë ofruesit e FCR janë pa kufizime energjie.

Pritet që sa më shumë të zvogëlohet $T_{min,LER}$ aq më shumë që është e mundur që LER të mund të zbraket si pasojë e një kombinimi të veçantë të ndërprerjeve dhe devijimeve përcaktuese të frekuencës.

Për arsyeve sigurie, supozohet se një zbrasje LER mund të jetë e pranueshme vetëm nëse nuk sjell kurrë një ngopje të FCR . Me fjalë të tjera, një zbrasje LER kurrë nuk do të përfshijë frekuencën e qëndrueshme të shtetit për të kapërcyer devijimin maksimal të gjendjes së qëndrueshme të frekuencës.

Nëse ndodh një zbrajje LER, FCR e aktivizuar nga LER do të zhduket. Ky FCR i aktivizuar duhet të zëvendësohet nga ofruesit e mbetur jo-LER. Ofruesit e mbetur jo-LER duhet të kenë një FCR të mjaftueshëm të pa aktivizuar për të zëvendësuar LER të varfëruar të aktivizuar FCR.

Dy shembuj të përgjithshëm që lidhen me zonën sinkrone të Europës Kontinentale tregohen në figurën 8 dhe figurën 9 më poshtë.

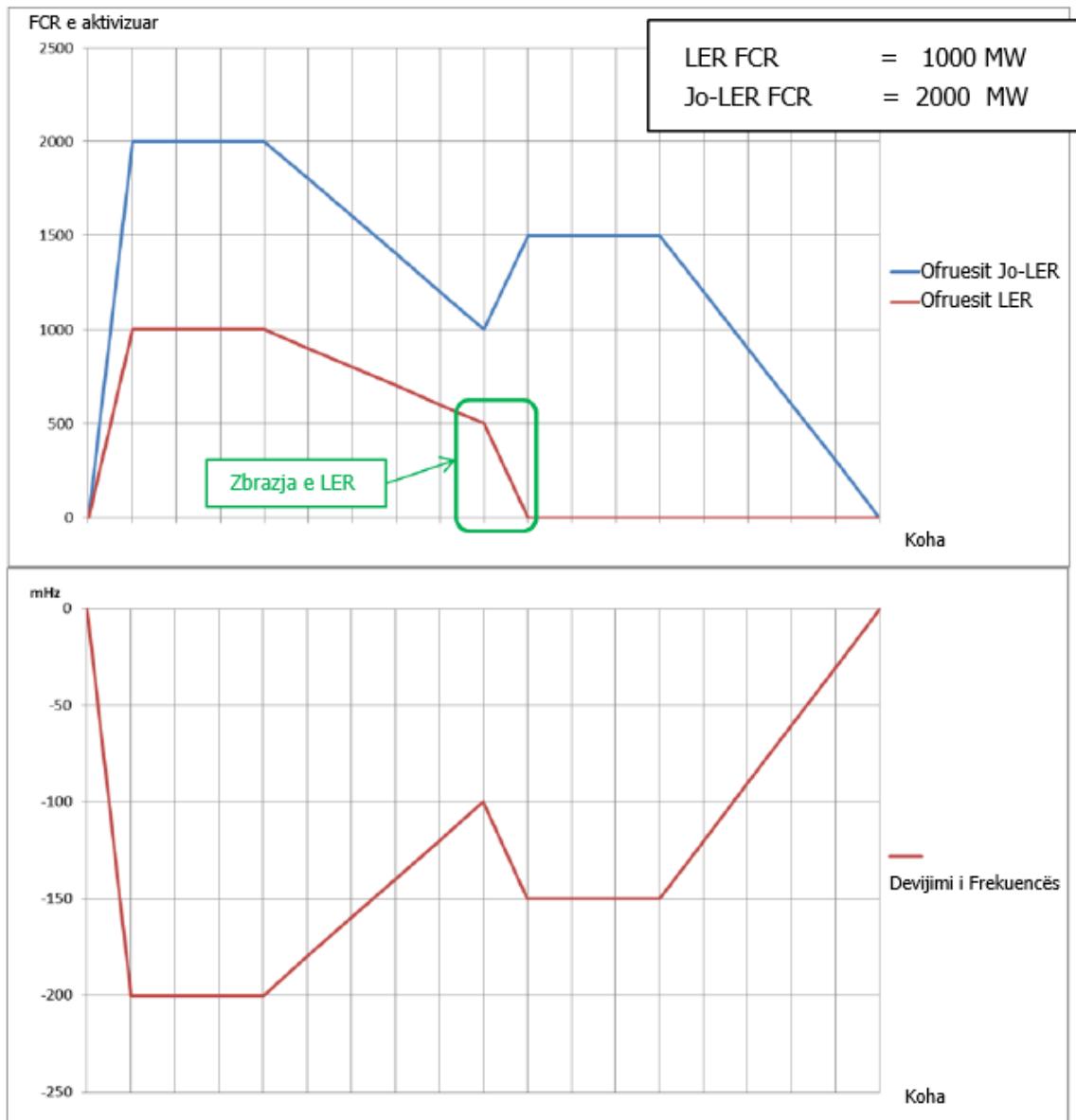


Figura 8: Situata e pranueshme - LER i zbrazur mund të zëvendësohet me jo -LER

Në Figurën 8 është treguar një situatë ku zbrajja LER është e pranueshme pasi nuk rrezikon stabilitetin e sistemit. Ka 1000 MW LER FCR dhe 2000 MW jo-LER FCR.

Aktivizimi i plotë i FCR ndodh për shkak të një çekuilibri të energjisë. Devijimi i frekuencës arrin një vlerë të qëndrueshme të barabartë me devijimin maksimal të frekuencës së qëndrueshme të gjendjes (200 mHz në Europen Kontientale).

FRR fillon të rivendosë frekuencën.

Në momentin e zbrazjes LER, LER po sigurojnë 500 MW FCR. Ky kontribut mund të zëvendësohet nga jo-LER pasi këto burime nuk janë të ngopura: në total jo-LER FCR është 2000 MW, nga të cilat vetëm 1000 MW janë aktivizuar para zbrazjes të LER.

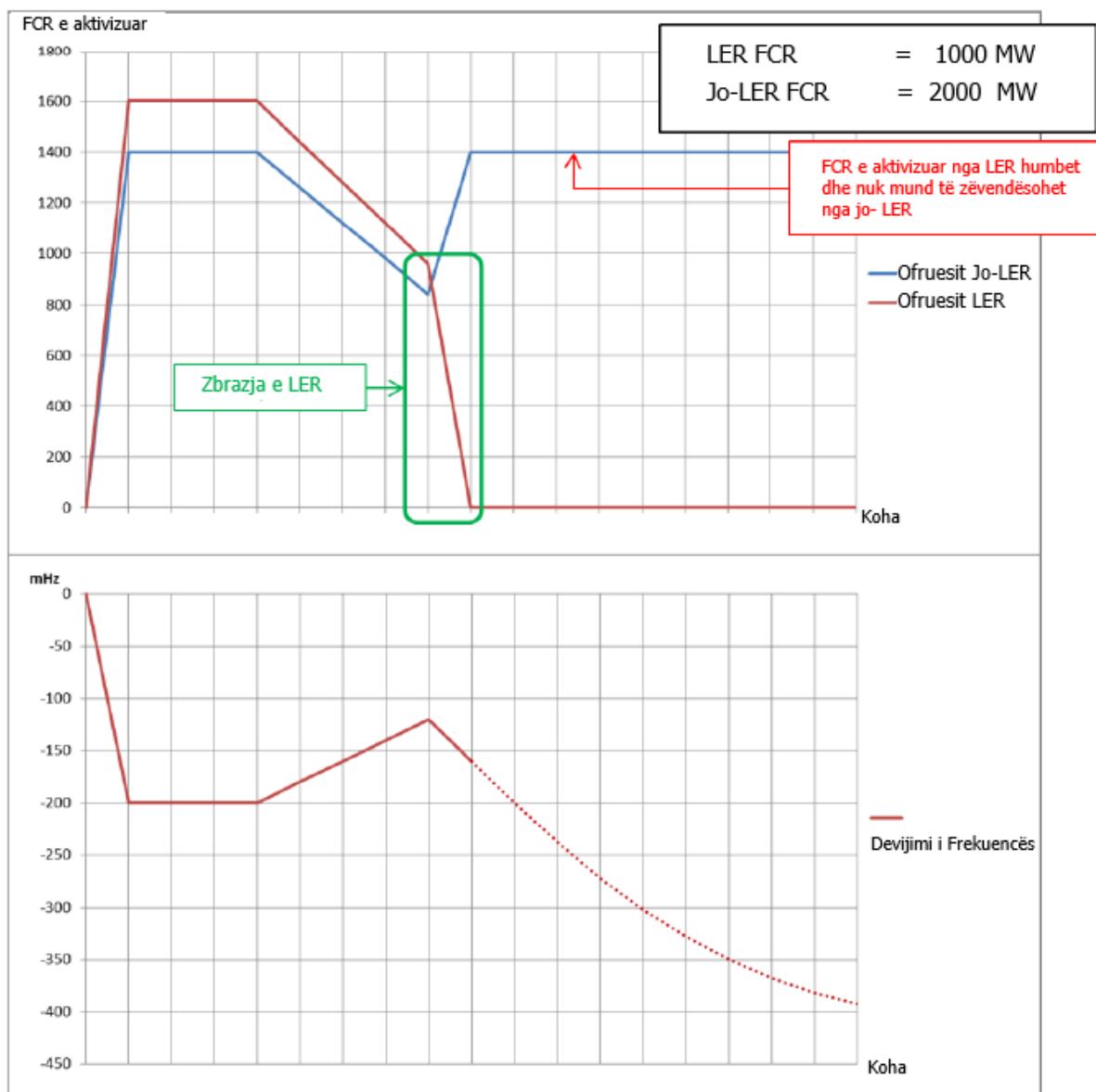


Figura 9: Situata e papranueshme - LER i zbrazur nuk mund të zëvendësohet nga jo-LER

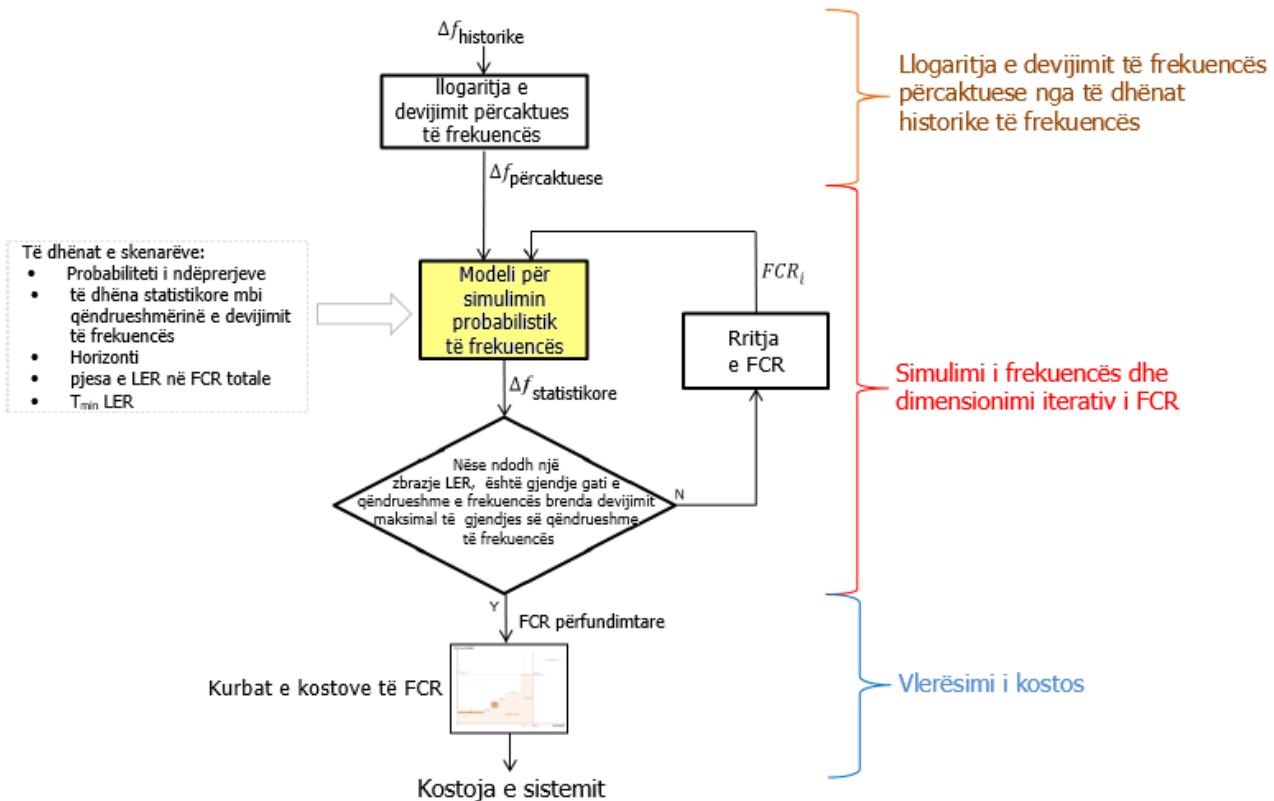
Në Figurën 9 është treguar një situatë ku shterimi i LER nuk është i pranueshëm. Ka 1600 MW LER FCR dhe 1400 MW jo-LER FCR.

Zbraja e LER ndodh pas aktivizimit të plotë FCR dhe rivendosjes të pjesshme të devijimit të frekuencës në sajë të FRR.

Në momentin e shterimit, LER po sigurojnë 960 MW të FCR ndërsa jo-LER po japid 840 MW të FCR. 960 MW LER zhdukjet, por ato nuk mund të zëvendësohen me jo-LER sepse ato mund të ofrojnë vetëm 1400 MW.

Çekuilibri i fuqisë i shkaktuar nga zbraja e LER nuk mund të mbulohet nga mbetja jo-LER FCR. Si rrjedhojë, devijimi i frekuencës nuk mund të përbahet dhe fillon të ulet (pjesërisht i kufizuar vetëm nga aktivizimi i FRR).

Në skenarë të depërtimit të lartë të LER, kërkesa e përshkruar nënkupton që nuk duhet të ndodhë kurrë një shterim i energjisë.



Rrjedha e punës përmban një proces përsëritës në të cilin, nëse kërkesat për zbrazjen e LER nuk plotësohen, shuma totale e FCR rritet gradualisht.

Procesi përsëritës ndalet pasi të plotësohen kërkesat për zbrazjen e LER.

5.6 Supozimi dhe përshkrimi i vlerësimit të kostos

Sic përcaktohet në "Udhëzuesin për Analizën Kosto-Përfitim të Projekteve të Investimeve" të Komisionit Evropian, qëllimi kryesor i një CBA është përcaktimi i ndryshimeve të mirëqenies. Koncepti kryesor është të reflektojë koston e mundësive sociale të mallrave dhe shërbimeve (në këtë rast FCR), në vend të çmimeve të vërejtura në treg, të cilat mund të shtrembohen.

Sic thuhet në Udhëzues, burimet kryesore të shtrembërimit të çmimeve janë:

- tregje jo-efikase, ku sjellja strategjike dhe fuqia e tregut mund të jenë të pranishme;
- detyrat dhe kërkesat fiskale, të cilat nuk duhet të trajtohen në CBA;
- tarifat e administruara.

Prandaj, brenda kontekstit FCR, CBA duhet të përcaktojë nëse si ndryshojnë kostot e sistemit, duke marrë parasysh një mjedis konkurruesh, ku nuk ekzistonjë forma të shtrembërimit. Për shembull, ky përcaktim analistik nënkupton që ofertat janë paraqitje e thjeshtë e kostove oportune marginale. Prandaj, është e mundur që rezultatet aktuale të tregut mund të ndryshojnë në mënyrë të konsiderueshme nga simulimet e kryera brenda një CBA.

Për më tepër, duke pasur parasysh se CBA ka një perspektivë të ardhshme, përkufizimi i kurbës së kostos do të bazohet në konceptin afatgjatë të kostos marginale, ku të gjithë faktorët e prodhimit janë endogjene, duke përfshirë kostot e investimeve.

Në këtë drejtim, është e rëndësishme të theksohet se vetëm investimet e ardhshme do të merren parasysh pasi ato kanë një ndikim në mirëqenien. Nga ana tjetër, investimet si në LER ashtu edhe në jo-LER që kanë ndodhur tashmë do të konsiderohen si kosto të mbingarkuara.

Një rritje në FCR përfshin një rritje të kostove të sistemit që do të vlerësohen.

Vlerësimi i kostos që lidhet me secilin $T_{\min LER}$ në skenarë të ndryshëm është një vlerësim i kostove të sistemit FCR duke marrë parasysh sasinë totale të FCR të përcaktuar me procesin e dimensionimit iterativ.

Është e mundur që kur $T_{\min LER}$ të zvogëlohet, një vëllim më i madh i FCR është i nevojshëm për të përbushur kërkuesat e qëndrueshmërisë.

Duhet të theksohet se rritja në FCR nuk përfaqëson drejtpërdrejt një mundësi reale për të përballuar energjinë e kufizuar të LER. Kjo qasje ka për qëllim vetëm të vlerësojë rreziqet e stabilitetit të sistemit dhe koston totale të FCR në rast të rritjes së volumit total të FCR siç kërkohet nga Neni 156 (11d) të SO GL.

5.6.1 Shpenzimet e lidhura me një rritje në FCR

Një kurbë ideale e kostos së ofruesve të FCR do të përcaktohet duke supozuar që:

- Një treg konkurrues i FCR është zhvilluar për të pasqyruar kostot e ofrimit të FCR.
- Kufiri i ofruar i kostos së kostos shtrihet në të gjithë zonën sinkron pa kufizime midis zonave LFC dhe bloqeve LFC që i përkasin zonës sinkron.

Të dy ofruesit me rezervuar të kufizuar të energjisë (LER) dhe rezervuar të pakufizuar të energjisë (jo-LER) konsiderohen në përcaktimin e kurbës së kostos së ofruesve të FCR (Figura 10).

Një kosto specifike ($\text{€} / \text{MW}$) është e lidhur më pas me ofruesit për FCR-në e tyre në dispozicion (MW).

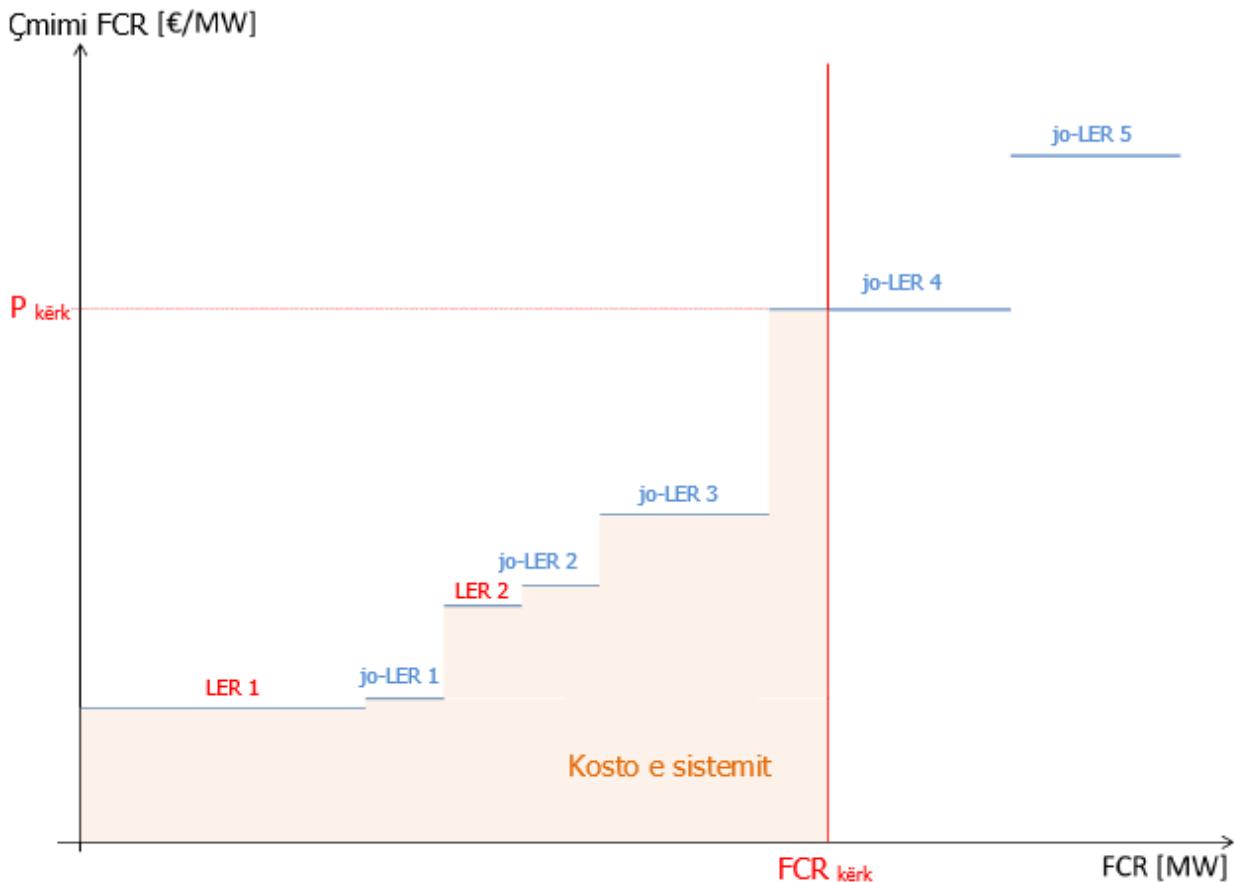


Figura 10: Kurba e kostos ideale të FCR

Kërkesat FCR të zonës sinkrone si rezultat i procesit përsëritës të përshkruar në 5.5 (FCR kërkuar) kapin kurbën e kostove në një kosto të përgjithshme marginale P kërkuar dhe zona me ngjyrë të figurës 10 paraqet kostot FCR të zonës sinkron.

Një rënie e $T_{\min LER}$ mund të ketë një efekt të dyfishtë në kostot e FCR:

- nëse sistemi ka nevojë për një sasi më të madhe të FCR për shkak të pranisë së LER me më pak kapacitet të rezervuarit, rritet FCR e kërkuar;
- një $T_{\min LER}$ më i vogël kërkon kosto më të ulëta të investimit për LER, atëherë kurba e kostove ndryshon: kostot e FCR të siguruara nga ulja e LER.

Këto efekte tregohen në Figurën 11.

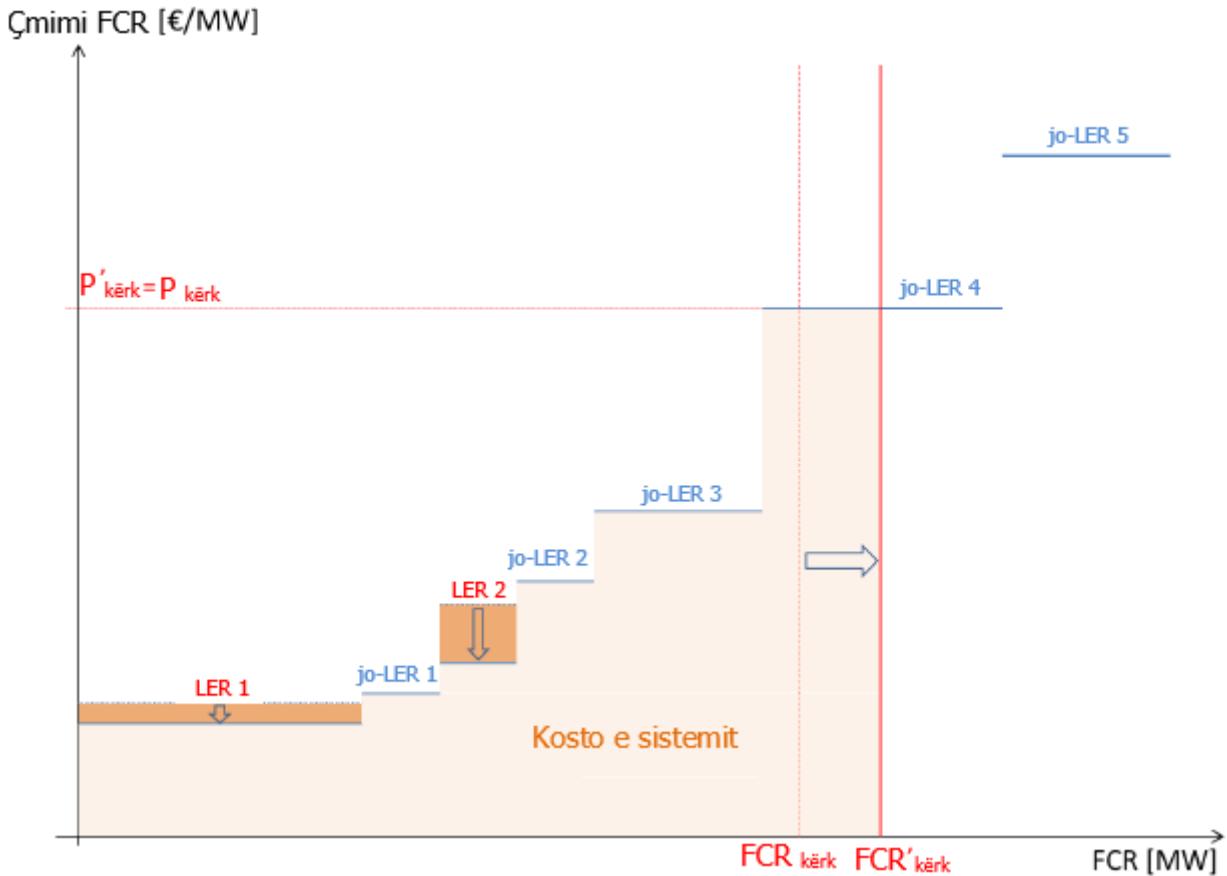


Figura 11: Kurba e kostos ideale të FCR me një ulje të $T_{\min LER}$.

Një nivel më i lartë i $T_{\min LER}$ përfshin si një reduktim të mundshëm të kostos së FCR (për shkak të rritjes më të vogël të volumit të FCR të nevojshëm) dhe një rritje për shkak të kostove më të larta të LER (lidhur me kostot më të mëdha të investimit).

Efekti global mbi koston totale lidhet me kombinimin e këtyre dy efekteve të ndara.

Duhet të theksohet se këto efekte bëhen edhe pa një ndryshim aktual në koston marginale të FCR. Varësia midis $T_{\min LER}$ dhe kostot e sistemit duhet të hetohen thellësisht për të zbuluar $T_{\min LER}$ që minimizon koston totale të FCR.

Aspektet kryesore që duhet të merren parasysh për të përshkruar këtë varësi janë:

- marrëdhënia midis $T_{\min LER}$ dhe FCR të kërkuar. FCR e kërkuar është vlera që del nga një proces përsëritës dhe është i dimensionuar në mënyrë që të shmanget çështjet e stabilitetit në prezencën e LER.
- Një treg i rëndësishëm i FCR kushton kurba për të dy LER dhe jo-LER në një zonë të tërë sinkron. (5.6.1.1).
- Ndryshimi i kostove të LER si $T_{\min LER}$ ndryshon. Kjo ndryshim mund të lidhet me rritjen e kostos së investimeve për shkak të $T_{\min LER}$ më të madhe (5.6.1.2)

5.6.1.1 Kurba e kostos FCR

Shpenzimet konvencionale të centraleve jo-LER

Ky lloj qasje është shumë i dobishëm pasi në këtë mënyrë është e mundur të modelohen kostot e ofruesve jo-LER FCR (centraleve hidro dhe termo) në drejtim të:

- Çmimit të energjisë;
- Kostos marginale të prodhimit.

Të gjithë ofruesit pa kufizime të rezervuarit të energjisë konsiderohet si ofrues konvencional FCR-këto lloje të prodhuesve zakonisht veprojnë në të dy shërbimet ndihmëse (p.sh. FCR) dhe në tregjet e energjisë.

Ekziston një lidhje mes sasisë që ofrojnë këta ofrues në tregjet ndihmëse dhe energjinë që ata mund të ofrojnë në tregun e energjisë.

Shpenzimet e shërbimeve ndihmëse më pas lidhen me çmimin e energjisë të treguar në tregun e energjisë.

Marrëdhënia tipike midis kostove të FCR dhe kostove marxinale të prodhimit është paraqitur në Figurën 12.

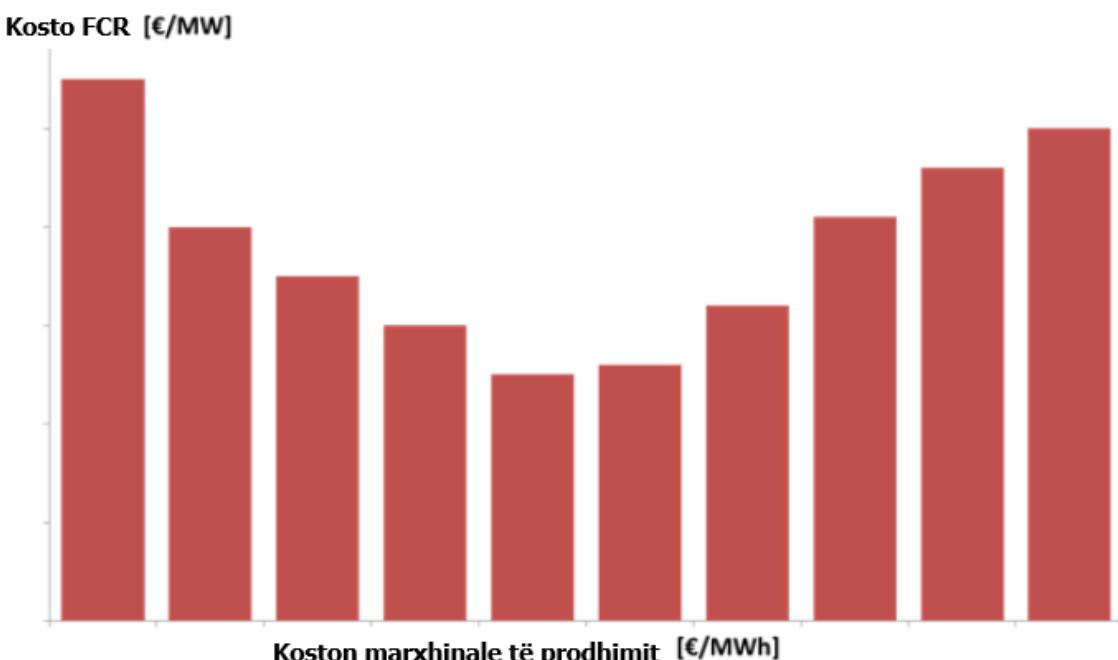


Figura 12: Varësia midis kostos së FCR dhe kostos së ndryshueshme për centralet konvencionale

Kostoja FCR ka një vlerë minimale në përputhje me çmimin marginal të energjisë (sic përcaktohet në tregun e energjisë). Në figurën 12 çmimi i energjisë është pastaj rreth kolonave qendrore.

Struktura e ilustruar e kostos mund të shpjegohet duke pasur parasysh se FCR është një shërbim simetrik: ofruesit duhet të udhëheqin impiantet e tyre në një nivel fuqie prej të cilat është e mundur të zvogëlohet dhe të rritet prodhimi i energjisë prej një sasie të barabartë me kapacitetin e FCR. Kjo nënkupton një kufizim në aspektin e fuqisë që mund të shitet në tregun e energjisë me shumicë.

Një fabrikë me kosto të ulët të ndryshueshme duhet të shesë sa më shumë energji nëse çmimi i energjisë (EP) është më i lartë se kosto marginale (MC). Kjo nënkupton drejtimin e impianteve në prodhimin maksimal të tyre.

Shitia e FCR do të zvogëlonë energjinë e shitur në treg; kështu që kostoja e FCR mund të llogaritet si diferençë e penguar lidhur me këtë reduktim.

Kostoja për njësi e marzhit është:

$$EP - MC$$

Kjo është gjithashtu kostoja e lidhur me shitjen e shërbimit FCR për impiantet me kosto të ulët të ndryshueshme (kolonat majtas në Figurën 12).

Impiantet me kosto të lartë të ndryshueshme (kolonat djathtas në Figurën 12) janë në kushte të kundërtë kur çmimi i energjisë është më i ulët se kostoja e tyre marginale.

Neglizhimi i prodhimit minimal teknik, këto impiante janë jashtë tregut dhe duhet të mbahen jashtë (zero prodhimit të energjisë). Shitia e FCR do të thotë drejtimin e impianteve së paku në kapacitetin e ofruar FCR (në mënyrë që të garantohet rezerva në rënje). Ai përfshin një humbje ekonomike të barabartë me diferencën midis kostos marginale të impianteve dhe çmimit të energjisë:

$$MC - EP$$

Kjo vlerë mund të konsiderohet si kosto për njësi të FCR për ato lloj të impianteve.

Nëse prodhimi minimal (MO) merret në konsideratë, ofruesi duhet vendosë fabrikën e tij në prodhim më të lartë të energjisë (MO + ofruar FCR) - duke rezultuar në një humbje më të madhe ekonomike dhe në të vërtetë në një kosto FCR për njësi më të lartë se MC - EP.

Meqenëse vendimi për të drejtuar ose jo një fabrikë me kosto relativisht të lartë me kosto të ulët gjatë periudhave të ulëta të çmimit të energjisë bëhet duke marrë parasysh disa faktorë (mundësia për të shitur FCR është vetëm njëri prej tyre), humbja ekonomike lidhur me prodhimin e prodhimit minimal duhet të ngarkohet vetëm pjesërisht me koston e FCR.

Bazuar në konsideratat e mëparshme është e mundur të supozohet se më jo-LER ekonomike janë ato me kosto marginale më afër çmimit të energjisë.

Shpenzimet e centraleve LER

Siq është parashikuar më lart, kostoja e FCR për LER do të llogaritet si më poshtë:

- Kostoja FCR për LER të instaluar në të ardhmen do të llogaritet duke marrë parasysh: investimet, OPEX dhe kostot oportune (nëse ka). Këto kontribute do të konsiderohen vetëm nëse ato mbahen në mënyrë që të kualifikohen për ofrimin e FCR.
- Kostot e FCR për LER tashmë ekzistuese do të llogariten duke marrë parasysh: OPEX dhe kostot oportune (nëse ka). Këto kontribute do të konsiderohen vetëm nëse ato mbahen në mënyrë që të kualifikohen për ofrimin e FCR.

Për ofruesit e rinj dhe ekzistues, shpenzimet do të ndryshojnë sipas kërkesës së përcaktuar kohore.

Një prirje ilustruese e kostos LER FCR është raportuar në Figurën 13.

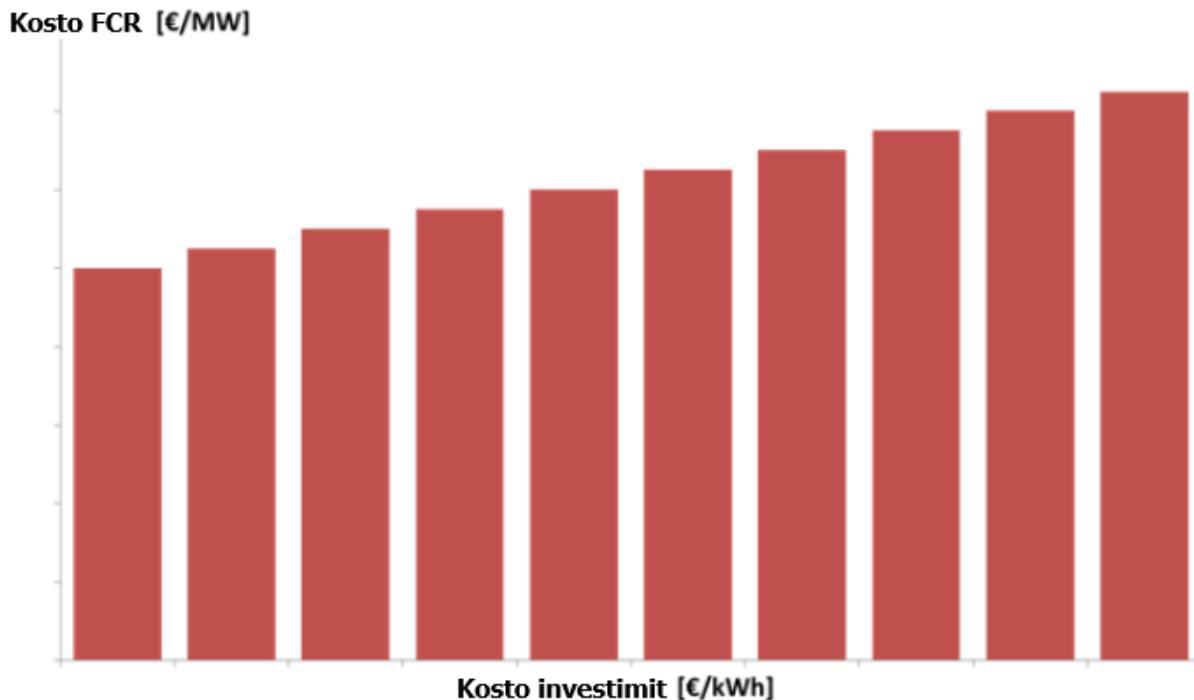


Figura 13: Varësia midis kostos së FCR dhe kostos së investimit për impiantet LER

Vlerësimi i kostos do të kryhet në metodologjinë duke marrë parasysh të paktën teknologjite e mëposhtme LER:

- Pumped storage;
- Sistemi i Magazinimit të Energjisë të Baterisë (BESS), duke përfshirë bateritë e automjeteve elektrike të pajisura me teknologjinë V2G;
- Teknologjite e tjera të kufizuara të energjisë (p.sh., volantët dhe super kapacitorët) do të merren parasysh nëse kapaciteti i tyre i magazinimit të energjisë mund të përbushë së paku me periudhën minimale (15 minuta).

Gjithashtu evoluimi i kostove do të hetohet dhe shqyrtohet në skenarë të ndryshëm (siç detajohet në 5.7).

Është e mundur të hetohet edhe LER që mund të ofrojë shërbime të tjera pranë FCR, të tillë si reagimi i frekuencave të automjeteve elektrike, sistemet e baterive të shoqëruar me impiantet PV / Wind etj. Në ato raste impiantet zhvillohen për shërbime që janë të ndryshme nga dhënia e FCR. Kostot e investimit duhet të ngarkohen vetëm pjesërisht me shpenzimet e FCR.

Nga ana tjetër, për ato impiante që ofrojnë FCR nënkupton shpërndarjen e një pjese të kapacitetit të energjisë dhe energjisë në këtë shërbim specifik, duke rezultuar në një reduktim të kapacitetit të energjisë dhe energjisë në dispozicion për "caktimin kryesor" të tyre. Kjo reduktim rezulton në kostot që duhet të ngarkohet në FCR të ofruara.

Sasia e ofruar

Është e mundur që të shoqërohet një sasi e disponueshme FCR për çdo teknologji tjetër konvencionale (bërthamore, qymyri, linjiti, turbina me gaz CC, hidro, bateri, etj.).

Sasia e disponueshme e FCR është e lidhur me:

- mundësinë e çdo teknologjie të ndryshme për të siguruar FCR në përputhje me kërkesat teknike (dmth. vendosjen dinamike).
- fugjinë e instaluar për çdo teknologji të ndryshme, të cilat mund të ndryshojnë në skenarët e ardhshëm.

Ndërtimi i kurbës së tregut të FCR

Duke marrë parasysh konsideratat e mëparshme, është e mundur të ndërtohet një kurbë kosto / sasi për zonën sinkron duke renditur të gjitha ciftet e kostos / sasisë.

Të dhënat e nevojshme për të ndërtuar kurbën janë:

- Rezultatet e tregut të energjisë (çmimet e tregut të energjisë);
- Një vlerësim i kostove marginale të prodhimit të teknologjive të ndryshme gjeneruese të instaluara në zonën sinkron;
- Një vlerësim i shpenzimeve për impiantet LER.

5.6.1.2 Varësia e kostos së LER FCR nga periudha kohore minimale (T_{min} LER)

Nëse rritet T_{min} LER, LER duhet të jetë i pajisur me një rezervuar më të madh ose duhet të reduktojë raportin e saj ndërmjet FCR të ofruar dhe rezervuarin e energjisë. Kjo kërkesë ka një efekt në koston e FCR të siguruar nga impiantet LER, meqë përfshin një kosto më të madhe investimi ose të ardhura të reduktuara nga tregu FCR (Figura 13).

Kjo varësi do të hetohet më tej në mënyrë që të bëhet dallimi midis impianteve ekzistuese (të cilat mund të përshtatin vetëm raportin e tyre të energjisë / energjisë) dhe impiantet e ardhshme (të cilat mund të investojnë në rezervuarë të mëdhenj).

5.7 Përshkrimin e skenarëve

Skenarët përcaktohen për të paraqitur zhvillimet e mundshme afatshkurtra të sistemit energetik dhe rregulloreve. Skenarët gjithashtu përcaktohen për të adresuar pasiguritë dhe për të vlerësuar ndikimin e supozimeve të ndryshme që mund të ndikojnë në rezultatet e analizës së përfitimeve të kostos.

CBA e tanishme do të shqyrtojë skenarë të ndryshëm në lidhje me pjesën e LER në kombinimin e ofrimit të FCR. Pjesa e LER mund të ndikohet nga efektiviteti i kostos së LER por edhe nga faktorë të tjera, siç është prania e një prokurimi të bazuar në treg të FCR, ose ndikime të tjera teknike dhe rregullative për vendosjen e LER. Për këtë arsy, qasja e propozuar është të analizojë aksionet e ndryshme të LER në kombinimin e dispozitive FCR (varg 10-100% me diskretizim 10%).

Për çdo periudhë kohore, të gjitha pjesët e mundshme LER duhet të analizohen, duke rezultuar në grupin e kombinimeve të përbledhura në Tabelën 1:

Pjesët e LER në totalin e ofruesve të FCR										
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
T_{min} LER	15 min									
	20 min									
	25 min									
	30 min									

Tabela 1 Kombinimet e ndryshme të pjesëve të LER dhe T_{min} LER për t'u vlerësuar në CBA

Fluksi i punës i përshkruar në paragrafin 5.1 lejon për të llogaritur për çdo kombinim të dyja dimensionet FCR [MW] dhe kostot e saj [€].

5.8 Vlerësimi i stabilitetit të sistemit energetik gjatë realitetit më të rëndësishëm frekuencave në prani të LER

Sipas Nenit 156 (11d) të SO GL, do të konsiderohet gjithashtu ndikimi i LER në rreziqet e stabilitetit të sistemit për secilën zonë sinkron.

Qasja probabilitare e lartpërmendur ka për qëllim të vlerësojë efektet e zbraszës së LER në një grup të gjerë të kushteve të mundshme të sistemit siç llogaritet me metodën Monte Carlo.

Modeli i përdorur për qasjen probabilitike është thjeshtësimi i sistemit të vërtetë të energjisë - ajo neglizhon dukuri të rëndësishme (të tillë si mbingarkesa e linjave, probleme të tensionit etj.) në mënyrë të tillë qe të mund të merrte parasysh vetëm një simulim dinamik i zonës sinkron.

Në të vërtetë, ka sigurisht sekuenca të rëndësishme të mundshme të ngjarjeve që nuk mund të testohen me simulimin e propozuar Monte Karlo, sepse periudha historike e vëzhgimit nuk garanton një përfaqësueshmëri adekuate probabilitare të këtyre ngjarjeve të rralla.

Për të provuar efektet LER së paku në disa prej këtyre ngjarjeve të mundshme, është e nevojshme të simuloni çrrregullimet më të rëndësishme të rrjetit aktual që secila zonë sinkron që përfjetoi gjatë 15 viteve të fundit.

Për Evropën Kontinentale, për shembull, do të testohet çrrregullimi i sistemit në 4 nëntor 2006 dhe 28 shtator 2003, ndërprerja në Itali (për efektet në pjesën tjeter të sistemit).

Gjatë këtyre ngjarjeve, FCP kishte një rol vendimtar në shmangjen e një përkeqësimi të mëtejshëm të kushteve të sistemit dhe në ndihmën për të rivendosur stabilitetin.

Meqenëse këto kushte ekstreme të punës janë të mundshme, është thelbësore të vlerësohet se si do të reagonate sistemi me LER.

Ky vlerësim do të bëhet duke testuar sistemin me LER në kushtet e njëjtë të frekuencës që kanë ndodhur në të kaluarën. Me fjalë të tjera, çrrregullimet reale të rrjetit do të simulohen duke pasur parasysh praninë e LER dhe duke vlerësuar se si do të kishte ndikuar varfëria potenciale e energjisë në frekuencën.

Të dhënat reale të frekuencës të regjistruara gjatë ngjarjeve duhet të përdoren si një input i modelit të simulimit të përshkruar në 5.4.2; ajo do të verifikohet nëse LER do të ishte zbrazur gjatë trazirave dhe nëse kjo zbrasje do të ishte shkaku i përkeqësimit të mëtejshëm kritik në kushtet e sistemit energetik.

Pjesët e LER në totalin e ofruesve të FCR											
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
T_{min} LER	15 min	Y/N									
	20 min	Y/N									
	25 min	Y/N									
	30 min	Y/N									

Tabela 2 Vlerësimi i stabilitetit të sistemit elektroenergetik gjatë ngjarjeve më të rëndësishme të frekuencës reale për kombinime të ndryshme të pjesës LER dhe T_{min} LER - Kushti kalim / dështim (Y / N)

Çdo kombinim i pjesës LER - T_{\min} LER të raportuar në Tabelën 1 do të testohet në këto ngjarje. Për secilin skenar, rezultati i testit duhet të jetë një gjendje kalim / dështim (Y / N).

Kombinimi i pjesës LER - T_{\min} LER kalon testin nëse nuk rrezikon stabilitetin e sistemit në simulimet më të rëndësishme të ngjarjeve reale. Nëse kombinimi i aksionit LER - T_{\min} LER përkeqëson sigurinë operacionale potencialisht që çon në një gjendje ndërprerjeje gjatë këtyre ngjarjeve, pjesa LER- T_{\min} LER kombinim të mos konsiderohet i pranueshëm (kushti i dështimit).

Vetëm kombinimi LER - T_{\min} LER i cili ka kaluar vlerësimin e ngjarjeve relevante të frekuencave reale, merret parasysh për identifikimin e kombinimit më të mirë, duke miratuar si kriter për përzgjedhjen e kostos më të ulët të FCR.

5.9 Përcaktimi i periudhës kohore

Sipas Nenit 156 (11), me 12 muaj pas miratimit të supozimeve dhe metodologjisë së paraqitur këtu nga të gjitha autoritetet rregullatore të rajonit përkatës, OST-të e Europës Kontinentale dhe zonave sinkronike Nordike duhet të dorëzojnë rezultatet e analizës së tyre kosto-përfitim në autoritetet rregullatore në fjalë, duke sugjeruar një periudhë kohe e cila nuk duhet të jetë më e madhe se 30 ose më e vogël se 15 minuta.

Sugjerimi duhet të bëhet në përputhje me rezultatet e metodologjisë në kuptimin e ndarjes së LER dhe dimensionimit / shpenzimeve të FCR (Tabela 1). Përveç kësaj, periudha e propozuar kohore do të marrë në konsideratë edhe rezultatet në lidhje me stabilitetin e sistemit (Tabela 2): periudha kohore e sugjeruar nuk do të rrezikojë stabilitetin e sistemit gjatë ngjarjeve më të rëndësishme të frekuencës reale.

Nëse supozimet e adoptuara në analizën e përfitimit të kostos do të ndryshojnë ndjeshëm pas hyrjes në fuqi të periudhës kohore, të gjitha OST-të e Europes Kontinentale dhe zonave sinkronike Nordike do të dorëzojnë rezultatet e një analize kosto-përfitim të përditësuar tek autoritetet përkatëse rregullatore, duke sugjeruar një përditësim periudhë kohore e cila nuk duhet të jetë më e madhe se 30 ose më e vogël se 15 minuta.