

Specifikacija izhodiščnega okvira za izvedbo študije stroškov in koristi NMS 2.0

OSNUTEK za javno posvetovanje
(Verzija: 1.0)

AGENCIJA ZA ENERGIJO

Kazalo vsebine

Napotila za sodelovanje v javnem posvetovanju	3
1 Uvod	5
1.1 Predmet in meje obravnave CBA NMS 2.0	5
1.2 Osnovni scenarij, razvojni scenariji in prirastna (inkrementalna) obravnava stroškov in koristi ...	6
2 Razširjena referenčna arhitektura NMS	9
3 Primeri/Scenariji uporabe NMS 2.0	11
4 Značilnosti PPM	12
4.1 Vrsta odjema	12
4.2 Vidiki odzivanja in prilagodljivosti	12
4.3 Geolokacija PPM	24
5 Tehnološki vidiki	25
5.1 Osnovne tehnološke značilnosti	25
5.2 Stanje integriranosti in skladnosti merilnih naprav	25
5.3 Funkcionalnosti merilnih naprav	27
5.4 Splošne zahteve za razpoložljivost in kakovost merilnih podatkov (NMS 2.0)	33
5.5 Podatkovni vmesniki merilnih naprav	36
5.6 Življenjski cikel merilnih naprav	37
5.7 Komunikacijski sloj	38
5.8 Podatkovni sloj	44
5.9 Kibernetska varnost	48
5.10 Tehnološka tveganja	49
6 Arhitektura NMS in ekonomski vidiki	49
6.1 Merilne naprave	50
6.2 Komunikacijska plast	51
6.3 Koncentratorji	52
6.4 Merilni centri elektrodistribucijskih podjetij (HES)	53
6.5 Platforma za obdelavo merilnih podatkov (POMP)	54
6.6 Enotna vstopna točka nacionalnega podatkovnega vozlišča (EVT)	55
7 Reference	58
Razvid kratic in okrajšav	59

Napotila za sodelovanje v javnem posvetovanju

Ta dokument je strokovna priloga k posvetovalnemu dokumentu »**Izhodišča za študijo stroškov in koristi evolucije naprednega merilnega sistema v Sloveniji**« (v nadaljevanju »krovni dokument«) [1]. Namen te priloge je predstaviti izhodiščni okvir zahtev, vprašanj, podatkovnih potreb in možnih scenarijev, ki jih je smiselno upoštevati pri pripravi oziroma izvedbi študije stroškov in koristi nadgradnje naprednega merilnega sistema v Sloveniji (v nadaljevanju: CBA NMS 2.0). Dokument ne predstavlja končne odločitve o obsegu nadgradnje naprednega merilnega sistema (NMS), izbiri tehnologij, zamenjavi merilnih naprav, investicijskem scenariju ali regulativni obravnavi stroškov. Predstavlja delovno strokovno izhodišče, s katerim želi agencija preveriti, ali so predlagani obseg CBA, nabor vhodnih podatkov, obravnavani scenariji, funkcionalnosti, tehnične predpostavke in stroškovno-koristni elementi ustrezno opredeljeni.

Agencija v javnem posvetovanju posebej, izrecno pa v tej prilogi, naslavlja deležnike, ki razpolagajo s strokovnim znanjem, operativnimi izkušnjami, podatki ali analizami s področja merilne opreme, komunikacijskih tehnologij, merilnih centrov, podatkovnih storitev, kibernetske varnosti, trga z električno energijo, prožnosti in uporabe merilnih podatkov. Dobrodošla so tudi splošna mnenja drugih zainteresiranih, če prispevajo k bolj celoviti opredelitvi konteksta CBA.

Pri pregledu dokumenta naj anketiranci upoštevajo zlasti naslednje:

- predlagane metode razvrščanja PPM, vrst odjema, funkcionalnosti merilnih naprav, komunikacijskih rešitev in podatkovnih nivojev so namenjene predvsem pripravi vhodnih predpostavk za CBA;
- navedeni kriteriji in parametri ne pomenijo vnaprejšnje odločitve o zamenjavi posameznih merilnih naprav ali izbiri posamezne tehnologije;
- končna uporaba posamezne metode, kriterija ali parametra bo predmet strokovne presoje in validacije v okviru izvedbe CBA;
- posebej pomembni so predlogi, ki identificirajo manjkajoče podatke, neustrezne predpostavke, nejasne razmejitve stroškov in koristi, tehnološka tveganja ali možne dodatne scenarije uporabe NMS 2.0;
- pri pripombah je zaželeno navesti tudi podatkovno, tehnično, ekonomsko ali drugo utemeljitev.

Zaradi učinkovite obravnave pripomb agencija predlaga, da udeleženci pri vsakem (eksplicitnem ali splošnem) predlogu uporabijo strukturirane odgovore predvsem za splošne pripombe/predloge, ki so predvideni na koncu vsakega poglavja:

- a) **sklic**: sklic na poglavje, podpoglavje, vprašanje ali posamezen odstavek, na katerega se pripomba nanaša;
- b) **vrsta pripombe**: metodološka pripomba, tehnična pripomba, podatkovna dopolnitev, ekonomska pripomba, predlog dodatnega scenarija ali splošno mnenje;
- c) **stališče**: DA/NE/Delno/delno, kadar dokument zastavlja izrecno vprašanje;
- d) **predlog spremembe ali dopolnitve**: čim bolj konkretno besedilo oziroma opis predlagane spremembe;
- e) **utemeljitev**: pojasnilo, zakaj je predlog pomemben za CBA;
- f) **podatkovna podlaga**: navedba razpoložljivih podatkov, analiz, meritev, pilotnih projektov, standardov, predpisov ali dobrih praks, na katere se predlog opira;
- g) **pričakovani vpliv na CBA**: navedba, ali predlog vpliva predvsem na CAPEX, OPEX, koristi, tveganja, življenjsko dobo opreme, scenarije uvedbe, kakovost podatkov, kibernetsko varnost ali porazdelitev stroškov in koristi med deležnike;

- h) **zaupnost podatkov:** če predlog vsebuje poslovno občutljive ali drugače zaupne podatke, naj bo to jasno označeno; kadar je mogoče, naj se podatki predložijo v agregirani ali anonimizirani obliki.

Agencija bo prejete pripombe uporabila za dopolnitev izhodišč, celovitejšo opredelitev vhodnih parametrov in izboljšanje specifikacije za izvedbo CBA NMS 2.0. Posamezni predlogi bodo obravnavani glede na njihovo strokovno utemeljenost, podatkovno podprtost, izvedljivost in relevantnost za namen CBA. Namen posvetovanja ni potrjevanje posameznih tehnoloških rešitev, temveč zagotovitev, da bo CBA izvedena na podlagi čim bolj celovitega, preverljivega in tehnološko nevtralnega nabora vhodnih predpostavk.

Cilj agencije je, da CBA NMS 2.0 zagotovi robustno, pregledno in strokovno utemeljeno podlago za presojo nadaljnjega razvoja naprednega merilnega sistema v Sloveniji ter za odločanje o tistih nadgradnjah, ki bodo glede na stroške, koristi, tveganja in potrebe elektroenergetskega sistema prinesle največjo skupno vrednost za uporabnike sistema, operaterje, trg in družbo kot celoto.



1 Uvod

V nadaljevanju predstavljamo specifikacijo zahtev, ki jo je smiselno upoštevati za izvedbo CBA NMS 2.0. Specifikacija predstavlja podporni kontekstni dokument za izvedbo javnega naročila. Izbrani izvajalec bo sicer na podlagi okvira in po potrebi širše utemeljil in predlagal pristop k izvedbi projekta.

1.1 Predmet in meje obravnave CBA NMS 2.0

Namen CBA NMS 2.0, kot to že izpostavlja krovni dokument, je opredeliti in ovrednotiti ekonomsko, tehnično, podatkovno, operativno in regulativno utemeljenost nadaljnje nadgradnje naprednega merilnega sistema v Sloveniji. CBA NMS 2.0 mora izhajati iz obstoječega stanja NMS 1.0 ter oceniti prirastne (inkrementalne) stroške, koristi in tveganja različnih možnosti razvoja NMS glede na nadaljevanje obratovanja obstoječega sistema.

Predmet CBA NMS 2.0 niso zgolj merilne naprave na merilnih mestih, temveč celotna funkcionalna veriga naprednega merilnega sistema, ki vključuje najmanj:

- merilne naprave in njihove funkcionalnosti;
- lokalne uporabniške in servisne vmesnike merilnih naprav;
- komunikacijsko plast med merilnimi napravami, koncentradorji, merilnimi centri in centralnimi podatkovnimi sistemi;
- koncentradorje oziroma komunikacijske prehode, kjer so del uporabljene arhitekture;
- merilne centre elektrodistribucijskih podjetij, vključno s sistemi HES in povezanimi aplikativnimi funkcijami;
- platforme za validacijo, obdelavo, nadomeščanje, agregacijo in posredovanje merilnih podatkov;
- enotno vstopno točko nacionalnega podatkovnega vozlišča oziroma druge centralne podatkovne storitve;
- podatkovne tokove med merilnimi napravami, HES, POMP, EVT, uporabniki sistema, tržnimi udeleženci in drugimi upravičenimi uporabniki podatkov;
- zahteve glede kibernetске varnosti, varstva osebnih podatkov, upravljanja dostopov in sledljivosti obdelave podatkov;
- organizacijske, procesne in operativne vidike, ki vplivajo na stroške, koristi, zanesljivost in izvedljivost posameznih scenarijev.

CBA NMS 2.0 mora zato razlikovati med več scenariji nadgradnje NMS, kot to izpostavlja krovni dokument, zlasti med:

- nadgradnjo ali zamenjavo merilnih naprav zaradi funkcionalne, komunikacijske, meroslovne ali tehnološke neustreznosti;
- nadgradnjo komunikacijske plasti zaradi večjih zahtev glede razpoložljivosti, zanesljivosti, latence, količine podatkov, kibernetске varnosti ali dolgoročne tehnološke vzdržnosti;
- nadgradnjo aplikativne in podatkovne plasti zaradi potreb po učinkovitejši obdelavi, validaciji, nadomeščanju, agregaciji, izmenjavi in uporabi merilnih podatkov;
- nadgradnjo uporabniških, tržnih in operativnih funkcionalnosti, ki omogočajo napredne tarifne modele, prožnost, aktivno vlogo uporabnikov, energetske skupnosti, nove podatkovne storitve in učinkovitejše obratovanje distribucijskega sistema.

CBA NMS 2.0 ne bo predstavljalna vnaprejšnje odločitve o splošni zamenjavi vseh obstoječih merilnih naprav, izbiri posamezne komunikacijske tehnologije, centralizaciji ali decentralizaciji posameznih funkcij, uvedbi posamezne podatkovne storitve ali priznanju posameznih stroškov v regulativnem okviru. Prav tako ne bo predstavljalna tehnične specifikacije javnega naročila za posamezno opremo ali informacijski sistem. Namen CBA je zagotoviti strokovno in podatkovno podprto primerjavo možnih scenarijev ter opredeliti, katere nadgradnje so glede na stroške, koristi, tveganja in prihodnje potrebe elektroenergetskega sistema utemeljene.

Pri presoji scenarijev mora CBA NMS 2.0 posebej preprečiti dvojno štetje koristi, ki so bile že dosežene z uvedbo NMS 1.0. Koristi NMS 2.0 se zato praviloma obravnavajo kot dodatne oziroma prirastne (inkrementalne) koristi glede na obstoječe stanje in pričakovani razvoj sistema brez nadgradnje. Enako morajo biti stroški NMS 2.0 razmejeni od rednih stroškov obratovanja, vzdrževanja, rednih zamenjav, meroslovnih obveznosti in že načrtovanih nadgradenj obstoječega sistema.

CBA NMS 2.0 mora obravnavati tudi razmerje med tehničnimi zmožnostmi posameznih komponent NMS in dejansko uporabnostjo podatkov. Vrednost NMS 2.0 se ne presoja samo po tem, ali merilna naprava posamezen podatek izmeri, temveč tudi po tem, ali je ta podatek pravočasno, zanesljivo, varno, kakovostno in stroškovno učinkovito razpoložljiv v sistemih, kjer se uporablja za obračun, obratovanje, načrtovanje omrežja, tržne procese, prožnost, uporabniške storitve ali regulativne naloge.

Rezultat CBA NMS 2.0 mora omogočiti jasno razmejitev med scenariji, pri katerih zadostuje nadaljnje obratovanje in postopna optimizacija obstoječega NMS 1.0, scenariji, pri katerih je potrebna ciljno usmerjena nadgradnja posameznih slojev sistema, ter scenariji, pri katerih je ekonomsko in sistemsko utemeljena širša arhitekturna prenova NMS. Takšna razmejitev je ključna za pregledno odločanje o nadaljnjem razvoju NMS in za določitev tistih naložb, ki prinašajo največjo skupno vrednost za uporabnike sistema, operaterje, trg in družbo.

1.2 Osnovni scenarij, razvojni scenariji in prirastna (inkrementalna) obravnava stroškov in koristi

Za pravilno izvedbo analize stroškov in koristi (CBA) je treba jasno opredeliti osnovni oziroma referenčni scenarij glede na katerega se presojuje vsi obravnavani razvojni scenariji NMS 2.0 (npr. kot to predlaga krovni dokument). Referenčni scenarij predstavlja nadaljnje obratovanje, vzdrževanje, redne zamenjave in nujne prilagoditve obstoječega sistema NMS 1.0 brez izvedbe dodatne razvojne nadgradnje, ki je predmet CBA NMS 2.0.

Referenčni scenarij ne pomeni zamrznitve trenutnega stanja, temveč pričakovani razvoj obstoječega sistema v opazovanem obdobju. Vključevati mora tiste stroške, aktivnosti in prilagoditve, ki bi nastale tudi v primeru, če se nobeden od scenarijev nadgradnje NMS 2.0 ne bi izvedel. Tak pristop omogoča, da se v CBA NMS 2.0 ovrednotijo samo prirastni oziroma inkrementalni stroški, koristi in tveganj posameznih razvojnih scenarijev.

V referenčni scenarij se vključijo najmanj:

- nadaljnje obratovanje obstoječih merilnih naprav, komunikacijske infrastrukture, merilnih centrov, HES, POMP, EVT in povezanih podatkovnih storitev;
- redni stroški obratovanja in vzdrževanja NMS 1.0;
- redne zamenjave merilnih naprav, komunikacijske opreme in informacijskih sistemov zaradi izteka življenjske dobe, okvar, meroslovnih zahtev ali tehnološke zastarelosti;

- že sprejete oziroma zavezujoče nadgradnje, ki bi jih bilo treba izvesti neodvisno od NMS 2.0;
- minimalne nujne prilagoditve zaradi veljavnih zakonodajnih, regulativnih, tržnih ali tehničnih zahtev;
- pričakovane omejitve obstoječe arhitekture, zlasti glede komunikacijske razpoložljivosti, kakovosti podatkov, časovne dostopnosti podatkov, obsega podatkovne izmenjave in podpornih funkcionalnosti.

Kot to izpostavlja krovni dokument, mora poleg referenčnega scenarija CBA opredeliti in ovrednotiti več razvojnih scenarijev NMS 2.0. Ti scenariji morajo predstavljati smiselno različne ravni nadgradnje sistema, ne zgolj različne variante iste tehnične rešitve. Scenariji naj omogočijo presojo, ali je glede na stroške, koristi, tveganja in izvedljivost utemeljena postopna optimizacija obstoječega sistema, ciljno usmerjena nadgradnja posameznih slojev NMS ali širša arhitekturna prenova sistema.

CBA naj praviloma obravnava omejeno število jasno razmejenih razvojnih scenarijev, na primer tri do pet scenarijev. Ti lahko vključujejo zlasti:

- scenarij nadaljnje optimizacije obstoječega NMS 1.0 z omejenimi nadgradnjami;
- scenarij ciljne nadgradnje komunikacijske plasti in razpoložljivosti podatkov;
- scenarij nadgradnje podatkovne in aplikativne plasti za podporo novim podatkovnim storitvam, tržnim procesom in naprednemu obratovanju omrežja;
- scenarij selektivne zamenjave ali nadgradnje merilnih naprav glede na funkcionalno, komunikacijsko ali meroslovno neustreznost;
- scenarij širše arhitekturne prenove NMS 2.0, ki vključuje usklajeno nadgradnjo merilne, komunikacijske, podatkovne, aplikativne in varnostne plasti.

Nabor scenarijev mora biti oblikovan tako, da omogoča primerjavo različnih ravni ambicioznosti, stroškov, koristi, tveganj in izvedljivosti. Scenariji morajo biti med seboj dovolj jasno razmejeni, da je mogoče ugotoviti, kateri stroški in koristi so posledica posamezne ravni nadgradnje.

V okviru CBA NMS 2.0 je treba stroške in koristi vsakega razvojnega scenarija obravnavati inkrementalno glede na referenčni scenarij. To pomeni, da se kot učinki posameznega scenarija NMS 2.0 vrednotijo samo dodatni stroški, dodatne koristi, izognjeni stroški in spremenjena tveganja glede na stanje, ki bi nastalo v referenčnem scenariju.

Za vsak razvojni scenarij je treba zato ločeno prikazati:

- dodatne investicijske stroške glede na referenčni scenarij;
- dodatne obratovalne in vzdrževalne stroške glede na referenčni scenarij;
- izognjene stroške, če posamezni scenarij nadomesti, zmanjša ali odloži stroške, ki bi sicer nastali v referenčnem scenariju;
- dodatne koristi za elektrooperaterje, uporabnike sistema, tržne udeležence, upravičence do podatkov in družbo kot celoto;
- vpliv na tehnološka, izvedbena, podatkovna, kibernetična, regulativna in stroškovna tveganja;
- porazdelitev stroškov in koristi med posamezne skupine deležnikov;
- ključne predpostavke, od katerih je odvisen rezultat scenarija.

Posebna pozornost mora biti namenjena primerom, ko posamezni razvojni scenarij predvideva predčasno zamenjavo merilnih naprav, komunikacijske opreme ali informacijskih sistemov. V takih primerih mora CBA NMS 2.0 ločeno prikazati strošek predčasne zamenjave, preostalo vrednost oziroma neizkoriščeno življenjsko dobo obstoječih sredstev, izognjene prihodnje stroške rednih zamenjav ter morebitne

dodatne koristi zaradi hitrejše uvedbe novih funkcionalnosti. Če bi bila določena oprema zamenjana tudi v referenčnem scenariju, se kot strošek razvojnega scenarija upošteva samo razlika med stroškom redne zamenjave in stroškom naprednejše oziroma drugačne rešitve.

Pri koristih je treba razlikovati med koristmi, ki so že dosežene z obstoječim NMS 1.0, in dodatnimi koristmi posameznih scenarijev NMS 2.0. Koristi, kot so daljinsko odčitavanje, zmanjšanje ročnega odbiranja, obračun po dejanski porabi in osnovni dostop do merilnih podatkov, so v veliki meri že del obstoječega NMS 1.0 in se zato ne smejo ponovno šteti kot koristi NMS 2.0, razen če posamezni razvojni scenarij izkazuje dodatno izboljšanje glede na referenčni scenarij.

Kot dodatne koristi razvojnih scenarijev NMS 2.0 se lahko obravnavajo zlasti koristi, povezane z večjo časovno razpoložljivostjo podatkov, večjo zanesljivostjo komunikacij, višjo kakovostjo podatkov, podporo prožnosti, naprednim tarifiranjem, aktivnim upravljanjem omrežja, učinkovitejšim načrtovanjem omrežja, boljšim upravljanjem priključevanja novih naprav, večjo interoperabilnostjo podatkovnih storitev in izboljšanim dostopom upravičenih uporabnikov do podatkov.

CBA mora preprečiti dvojno štetje stroškov in koristi. Če posamezen podatkovni tok, funkcionalnost ali nadgradnja hkrati podpira več primerov uporabe, je treba koristi razporediti na pregleden način ali jih prikazati kot skupno korist več povezanih primerov uporabe. Enaka korist se ne sme polno upoštevati pri več scenarijih, več primerih uporabe ali več kategorijah deležnikov, če bi to vodilo v precenjevanje skupnega učinka.

Za vsak razvojni scenarij mora izvajalec CBA NMS 2.0 pripraviti primerjalno matriko glede na referenčni scenarij. Matrika mora najmanj prikazati:

- kateri sloji NMS se spreminjajo;
- katera oprema, sistemi ali podatkovne storitve se nadgrajujejo oziroma zamenjujejo;
- kateri stroški so dodatni;
- kateri stroški so izognjeni;
- katere koristi so dodatne;
- kateri deležniki nosijo stroške in kateri prejmejo koristi;
- katera ključna tveganja vplivajo na rezultat;
- katere predpostavke so najbolj občutljive za končni rezultat.

CBA NMS 2.0 mora za ključne predpostavke izvesti tudi analizo občutljivosti, zlasti za stroške merilnih naprav, komunikacijske stroške, stroške informacijskih sistemov, življenjsko dobo opreme, obseg predčasnih zamenjav, vrednost podatkovnih koristi, diskontno stopnjo, dinamiko uvedbe in stopnjo dejanske uporabe naprednih funkcionalnosti.

Rezultati CBA NMS 2.0 morajo biti prikazani tako, da je za vsak razvojni scenarij jasno razvidno, kolikšna je neto sedanja vrednost dodatnih učinkov glede na referenčni scenarij, kateri stroški in koristi najbolj vplivajo na rezultat, pri katerih predpostavkah je rezultat najbolj občutljiv in kako se stroški ter koristi porazdelijo med uporabnike sistema, elektrooperaterje, tržne udeležence, upravičence do podatkov in širšo družbo.

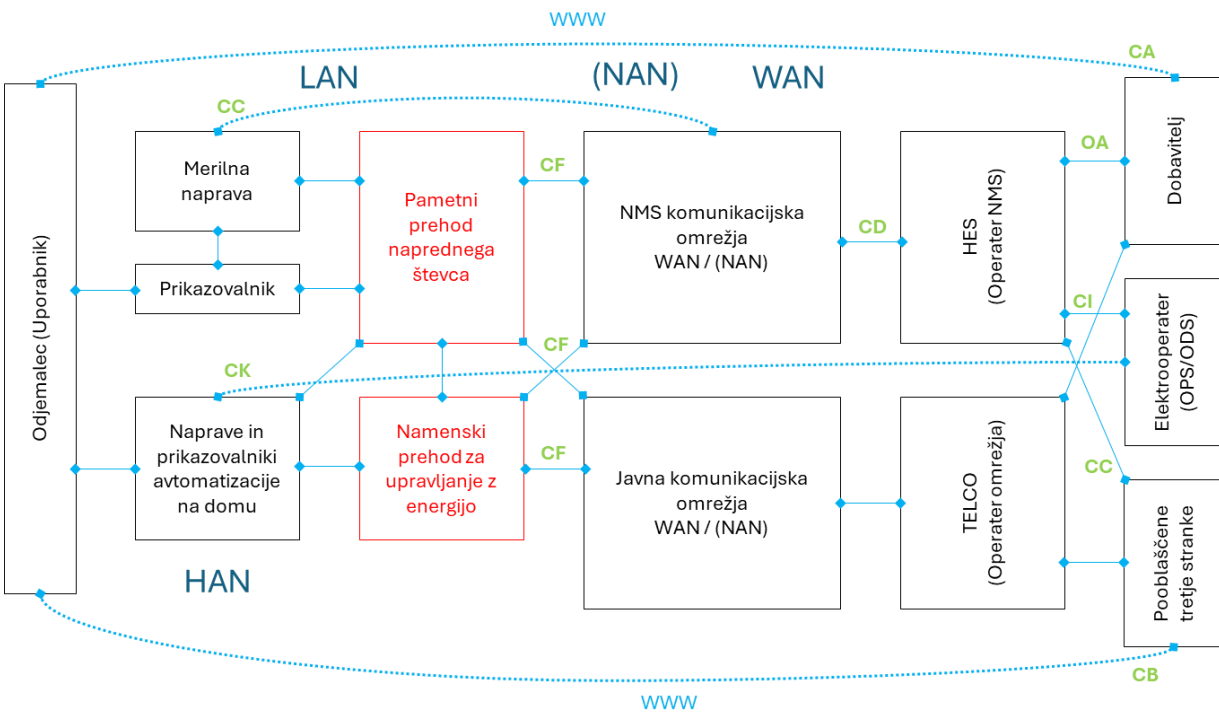
Takšna opredelitev referenčnega scenarija in razvojnih scenarijev je ključna za pravilno interpretacijo rezultatov CBA NMS 2.0. Brez jasno določenega referenčnega scenarija in medsebojno primerljivih razvojnih scenarijev bi obstajalo tveganje, da bi se NMS 2.0 pripisale koristi, ki so bile že dosežene z NMS 1.0, ali da bi se stroški rednega vzdrževanja in naravne obnove obstoječega sistema napačno obravnavali kot dodatni stroški nadgradnje. Namen CBA NMS 2.0 je zato presoditi, kateri razvojni scenariji so

glede na nadaljevanje obratovanja obstoječega NMS 1.0 ekonomsko, tehnično, podatkovno in sistemsko utemeljeni.

2 Razširjena referenčna arhitektura NMS

Dokument kot priloga krovnega dokumenta predstavlja celovit pregled stanja, značilnosti in upošteva razvojne usmeritve NMS v elektroenergetskem sistemu, s poudarkom na tehničnih, funkcionalnih in ekonomskih vidikih njihovega nadaljnega razvoja. Namen dokumenta je vzpostaviti strukturiran okvir za analizo obstoječih rešitev ter za opredelitev ključnih opcij in parametrov prihodnjih nadgradenj NMS (NMS 2.0).

Osnova za obravnavo je razširjena referenčna arhitektura naprednih merilnih sistemov, povzeta po standardu M/441 in poročilu SG TF EG2², ki omogoča razdelitev sistema na posamezne funkcionalne in komunikacijske sloje – od merilne naprave (merilnih točk) ter lokalnega okolja odjemalca (HAN/LAN), prek dostopovnih in hrbtničnih komunikacijskih omrežij (NAN/WAN), do centralnih sistemov za zajem, obdelavo in



Slika 1: Entitete NMS - Razširjena referenčna arhitektura M/441¹

izmenjavo podatkov (HES, podatkovni vozliščni sistemi) ter končnih uporabnikov merilnih podatkov. Takšna arhitektura omogoča jasno razmejitev vlog, odgovornosti in podatkovnih tokov med posameznimi deležniki.

Vsebina in utemeljitve v nadaljevanju temeljijo na razumevanju, da napredni merilni sistem ni več zgolj sistem za merjenje in obračun električne energije, temveč predstavlja temeljno podatkovno infrastrukturo elektroenergetskega sistema. Ključna vrednost NMS se zato ne odraža zgolj v merilni opremi, temveč predvsem v zanesljivosti komunikacijske plasti, pravočasnosti razpoložljivosti podatkov ter kakovosti oz.

¹ CEN/CLC/ETSI/TR 50572 - Functional reference architecture for communications in smart metering systems, December 2011

² Best Available Techniques Reference document for the cyber-security and privacy of the 10 minimum functional requirements of the Smart Metering Systems, EC SGTF EG2, November 2016.

zmožnosti njihove nadaljnje obdelave in uporabe za potrebe obratovanja omrežja, tržnih mehanizmov in storitev ter aktivnega vključevanja odjemalcev.

Za potrebe analize so obravnavane različne generacije merilnih naprav (AMR, AMI, AMI+, AMI++), pri čemer posamezne generacije odražajo postopno nadgradnjo funkcionalnosti – od izhodiščnega zajema in enosmernega prenosa zgoj v smeri HES, do naprednih funkcij, kot so dvosmerna komunikacija, upravljanje odjema/proizvodnje, spremljanje stanja omrežja in podpora prožnosti. Takšen generacijski pristop omogoča neposredno povezavo med tehničnimi zmožnostmi merilnih naprav oz. sistema, uporabljenimi komunikacijskimi tehnologijami ter doseženimi koristmi za elektrooperaterja, odjemalce/uporabnike, tržne udeležence in druge deležnike.

Poseben poudarek je namenjen analizi komunikacijske arhitekture, ki predstavlja ključni omejitveni in hkrati razvojni dejavnik sistema NMS. Obravnavane so različne tehnologije na posameznih komunikacijskih segmentih (HAN/LAN, NAN, WAN) ter njihove kombinacije, ki vplivajo na zanesljivost, razpoložljivost in stroškovno učinkovitost sistema.

Tabela 1: Tipične komunikacijske tehnologije entitet NMS

Nivo	Povezave	Tehnologije
HAN	CC, CK	ZigBee, Wi-Fi, M-Bus, Bluetooth LE
NAN	CF	PLC (G3), RF Mesh, LoRaWAN
WAN	CD	LTE, NB-IoT, GPRS, optika
IT / OT	CI	TCP/IP, API, DLMS
Trg	CA, CB, OA	API, B2B, podatkovno vozlišče
Internet	WWW	IP, VPN, oblačne storitve

Struktura dokumenta je zasnovana po krovnih postavkah, ki združujejo sorodne vidike sistema (npr. karakteristike merilnih naprav, funkcionalnosti, komunikacije, podatkovne tokove, vključenost in skladnost ...), znotraj katerih so obravnavane posamezne opcije in parametri. Tak pristop omogoča sistematično primerjavo obstoječih rešitev ter identifikacijo ključnih razlik in razvojnih potreb.

Dokument tako predstavlja strokovno podlago za nadaljnje odločitve glede razvoja naprednega merilnega sistema, pri čemer povezuje tehnične zahteve, regulativni okvir ter ekonomske vidike v enoten analitični okvir.

CBA mora nasloviti inventuro merilnih naprav, obstoječih tehnologij, funkcionalnosti, potreb v prihodnosti in preveriti stroške obratovanja in vzdrževanja NMS 1.0 upošteva arhitekturo M/441 ter identificirati/predvideti stroške in koristi NMS2.0 v primerjavi z NMS 1.0 (posnetek trenutnega stanja) tj. preveriti opcije nadgradnje/posodobitve komunikacijske plasti, aplikacijske plasti oziroma arhitekture NMS, iz vidika uporabniškega in operativnega sloja.

CBA mora preučiti/primerjati stroške in koristi trenutnih možnosti NMS za uporabnika (navadnega/naprednega) v obstoječi arhitekturi NMS1.0 in jo primerjati s stroški in koristmi različnih možnosti NMS 2.0 najmanj po scenarijih 1-4, kot so predvideni v krovnem dokumentu.

Posledično mora CBA NMS 2.0 podrobno stroškovno razgraditi tako opcije arhitekturne prenove kot opcije prenove komunikacijske/aplikativne plasti upošteva izsledke analiz držav članic, izpostavljenih v krovnem dokumentu.

#1	<p>Ali menite, da razširjena referenčna arhitektura NMS (M/441) ustrezno opredeljuje obseg sistema, ki ga mora obravnavati CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če NE/Delno, prosimo utemeljite]:</p>
#2	<p>Predlog [Za poglavje 2 oz. njegova podpoglavja in posamezne razdelke lahko podate ločen predlog/pripombo]:</p> <p>Utemeljitev [Vsak predlog/pripombo utemeljite]:</p>

3 Primeri/Scenariji uporabe NMS 2.0

Zasnova NMS 2.0 in nenazadnje rezultat CBA NMS 2.0 v veliki meri zavisi od primerov/scenarijev uporabe sistema. Analiza mora zajeti najširši do sedaj znan nabor primerov/scenarijev uporabe in predvideti tudi naslednjo generacijo primerov/scenarijev v prihodnosti (najmanj pa do leta 2035).

ID	Naziv primera/scenarija uporabe	Uporabnik	Opis	Leto oz. načrtovano/predvideno leto uporabe
X.1	Naziv A		Opis A	V uporabi
X.2				2030
...				2035

Tipični primeri/scenariji:

ID	Naziv primera/scenarija uporabe
X.1	Dinamične tarife (DINAMIČNOST SIGNALOV IN ODZIVANJE)
X.2	Dinamične cene (DINAMIČNOST SIGNALOV IN ODZIVANJE)
X.3	Aktivno prilagajanje odjema DR DSM (DINAMIČNOST SIGNALOV IN ODZIVANJE)
X.4	Upravljanje samooskrb PV BHEE (INTEGRACIJA BREMEN IN OVE)
X.5	Vodenje večjih bremen TČ EV (INTEGRACIJA BREMEN IN OVE)
X.6	Merilni podatki - Uporabniki istema (PODATKI IN TRG)
X.7	Merilni podatki - Tržni deležniki (PODATKI IN TRG)
X.8	Merilni podatki - Energetske skupnosti (PODATKI IN TRG)
X.9	Monitoring stanja omrežja (OBRATOVANJE IN RAZVOJ OMREŽJA)
X.10	Optimizacija planiranja in obratovanja omrežja (OBRATOVANJE IN RAZVOJ OMREŽJA)
X.11	Sistemske storitve (SISTEMSKE FUNKCIJE)
X.12	Detekcija izgub, kraje in manipulacij (ANALITIKA, VARNOST IN IZGUBE)
X.13	Napredna analitika omrežja in odjema (ANALITIKA, VARNOST IN IZGUBE)
X.14	Detekcija (nenavadnih vzorcev) anomalij (ANALITIKA, VARNOST IN IZGUBE)
X.15	Daljinski priklop/odklop (OPERATIVA)
...	

#3	<p>Ali menite, da so navedeni primeri/scenariji uporabe NMS 2.0 zadostni in relevantni za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite: kateri scenariji manjkajo, kateri so neustrezno opredeljeni in kateri 3–5 scenarijev (upoštevajte tudi scenarije, ki morda manjkajo) ima po vašem mnenju največji vpliv na CBA?]</p>
#4	<p>Predlog [Za poglavje 3 oz. njegova podpoglavja in posamezne razdelke lahko podate ločen predlog/pripombo]:</p> <p>Utemeljitev [Vsak predlog/pripombo utemeljite]:</p>

4 Značilnosti PPM

Analiza značilnosti PPM je lahko kriterij za določitev potrebnega obsega zamenjav merilnih naprav, če se ta ne izvaja po naravni poti. V nadaljevanju predstavljamo nabor kriterijev, ki so uporabni za tovrstno analizo.

4.1 Vrsta odjema

CBA mora izhajati iz trenutnega stanja NMS, tj. skupnega števila PPM oz. števila merilnih naprav oz. MM. Pri tem mora upoštevati stanje glede na osnovne podatke merilne naprave oziroma razčlenitve na vrsto odjema, stopnjo elektrifikacije, doseženo cenovno odzivnost, operativno elastičnost in potencial prožnosti:

Osnovni podatki o PPM	
Vrsta odjema	Število PPM
Gospodinjski odjem	
Mali poslovni odjem	
Poslovni Industrijski odjem (> 43 kW)	
Proizvodnja	
Hranilniki	

#5	<p>Ali menite, da je razčlenitev vrst odjema dovolj podrobna za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo utemeljite]:</p>
----	--

4.2 Vidiki odzivanja in prilagodljivosti

Vidiki odzivanja in prilagodljivosti predstavljajo ključen analitični okvir za vrednotenje sistemskih učinkov naprednega merilnega sistema (NMS), pri čemer je njihova obravnava nujno pogojena s tipologijo odjema. Zaradi bistveno različnih tehničnih, vedenjskih in tržnih značilnosti posameznih skupin uporabnikov je smiselna zgolj segmentirana obravnava, ki ločeno naslavlja gospodinjski in mali poslovni odjem, poslovni in industrijski odjem ter proizvodne enote.

Takšna segmentacija omogoča metodološko ustrežnejše vrednotenje posameznih dimenzij prilagodljivosti, saj se njihov pomen in razpon bistveno razlikujeta med omenjenimi skupinami. Pri gospodinjskem in malem poslovnem odjemu sta v ospredju predvsem stopnja elektrifikacije ter dosežena cenovna odzivnost, ki sta tesno povezani z vedenjskimi vzorci odjemalcev ter izpostavljenostjo cenovnim signalom (omrežninskim in tržnim). Pri poslovnem in industrijskem odjemu postaneta ključna operativna elastičnost in dejanska sposobnost prilagajanja procesov, medtem ko je cenovna odzivnost praviloma že strukturirana in bolj deterministična. Pri proizvodnji pa je fokus pretežno na potencialu prožnosti in operativni elastičnosti proizvodnih virov, ki lahko aktivno prispevajo k sistemskim storitvam in uravnoteženju sistema.

Posledično vseh štirih vidikov – stopnje elektrifikacije, dosežene cenovne odzivnosti, operativne elastičnosti in potenciala prožnosti – ni smiselno enotno aplicirati na vse segmente, temveč selektivno, skladno z njihovo relevantnostjo za posamezno skupino odjema, kot je predlagano v metodološkem okviru. Tak pristop omogoča večjo

robustnost vhodnih predpostavk za CBA ter preprečuje precenjevanje ali podcenjevanje sistemskih koristi, ki izhajajo iz prožnosti.

Segmentirana obravnava tako predstavlja nujen predpogoj za realistično modeliranje učinkov NMS, saj omogoča neposredno povezavo med tehničnimi zmožnostmi sistema, dejanskim vedenjem uporabnikov in razpoložljivo prožnostjo, ki jo je mogoče aktivirati v tržnih in operativnih mehanizmih elektroenergetskega sistema.

Razširjeni podatki o PPM												
Vrsta odjema	Število PPM											
	Stopnja elektrifikacije			Dosežena cenovna odzivnost			Potencial prožnosti			Operativna elastičnost		
	Nizka	Srednja	Visoka	Nizek	Srednji	Visok	Nizek	Srednji	Visok	Nizek	Srednji	Visok
Gospodinjski odjem												
Mali poslovni odjem												
Poslovni Industrijski odjem (> 43 kW)												
Proizvodnja												
Hranilniki												

#6	<p>Ali menite, da so vidiki odzivanja in prilagodljivosti primerno obravnavani za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite: npr. kateri vidiki odzivanja/prilagodljivosti niso ustrezno zajeti? in kateri vidiki so neustrezno definirani ali precenjeni/podcenjeni?]</p>
----	--

4.2.1 Stopnja elektrifikacije

Stopnja elektrifikacije PPM predstavlja pomemben kazalnik tehničnega potenciala za prožnost in s tem neposredno vpliva na oceno koristi nadgradnje naprednega merilnega sistema (NMS 2.0). Medtem ko dosežena cenovna odzivnost odraža dejansko vedenje uporabnikov, stopnja elektrifikacije opisuje fizične značilnosti in opremljenost PPM, ki omogočajo ali omejujejo njihovo aktivno vključevanje v energetske procese.

V praksi OPS (DSO) nimajo neposrednega vpogleda v vse posamezne električne naprave za PPM (npr. EV, TČ), razpolagajo pa s ključnimi agregiranimi podatki, ki omogočajo zanesljivo posredno oceno stopnje elektrifikacije. Ti vključujejo predvsem:

- priključno moč oziroma največjo doseženo moč odjema v referenčnem obdobju,
- količine prevzete električne energije,
- časovno porazdelitev odjema (po časovnih blokih oziroma sezonsko),
- podatke o večjih bremenih/napravah (toplotna črpalka, EV), za katere je bilo izdano novo soglasje (npr. proizvodni viri, baterijski hranilniki)³,
- podatke o bremenskem profilu uporabnika, iz katerega je mogoče z ustreznimi analitičnimi metodami in z določeno stopnjo zanesljivosti sklepati na prisotnost značilnih bremen (npr. EV), pri čemer je takšna interpretacija odvisna od kakovosti podatkov, časovne ločljivosti meritev ter uporabljenih metod obdelave podatkov.

Na podlagi navedenih podatkov je mogoče PPM razvrstiti v razrede glede na stopnjo elektrifikacije, ki odražajo:

- intenzivnost rabe električne energije,
- prisotnost oz. predvidevano prisotnosti večjih bremen za PPM,

³ Evidenca je žal nepopolna, saj obstajajo primeri priključitve bremen v notranje omrežje (npr. TČ), ki niso zahtevali novega SzP.

- značilnosti odjemnega profila (npr. sezonskost, konične obremenitve).

Takšna klasifikacija predstavlja robusten in primerljiv približek dejanskega tehničnega potenciala PPM, neodvisno od podrobnega poznavanja posameznih bremen za PPM.

Za potrebe analize stroškov in koristi (CBA) se stopnja elektrifikacije lahko uporabi kot ena izmed ključnih vhodnih spremenljivk pri:

- oceni potenciala prožnosti,
- segmentaciji PPM glede na smiselnost/koristnost nadgradnje NMS,
- določanju pričakovanih koristi po posameznih skupinah odjemalcev.

Pomembno je poudariti, da stopnja elektrifikacije sama po sebi ne predstavlja prožnosti, temveč osnovo (predpogoj) za njen razvoj, ki se lahko kombinira z doseženo cenovno odzivnostjo uporabnikov.

Za zagotovitev primerljivosti med posameznimi OPS je klasifikacija stopnje elektrifikacije definirana na podlagi enotnih kriterijev, ki temeljijo na merljivih in razpoložljivih podatkih, pri čemer se uporabljajo tri osnovne kategorije: nizka, srednja in visoka stopnja elektrifikacije.

Gospodinjski odjem (GO)

Za gospodinjski odjem se stopnja elektrifikacije določi na podlagi kombinacije priključne oziroma dosežene moči ter letne prevzete električne energije, pri čemer se dodatno upoštevajo tudi značilnosti odjemnega profila, zlasti sezonskost porabe. Gospodinjski odjemalci imajo lahko enofazni (1F) ali trifazni (3F) priključek, pri čemer višja priključna moč in trifazna priključitev praviloma nakazujeta višjo stopnjo elektrifikacije.

Kot referenčna vrednost srednje elektrificiranega gospodinjstva se lahko upošteva npr. trifazni priključek z doseženo oziroma dogovorjeno močjo $P_{+GO(spodnja)} - P_{+GO(zgornja)}$ ter letno prevzeto energijo v razponu $A_{+GO(spodnja)} - A_{+GO(zgornja)}$. Nižje vrednosti praviloma ustrezajo manj elektrificiranemu gospodinjstvu (npr. osnovna raba električne energije brez elektrificiranega ogrevanja ali mobilnosti), medtem ko višje vrednosti nakazujejo prisotnost večjih elektrificiranih bremen.

Pri oceni stopnje elektrifikacije je pomembno upoštevati tudi sezonsko porazdelitev porabe. Izrazito povečana poraba v zimskem obdobju lahko kaže na prisotnost elektrificiranega ogrevanja (npr. toplotne črpalke), medtem ko visoke konične moči in povečana skupna poraba lahko nakazujejo tudi uporabo električnih vozil ali drugih večjih porabnikov. Takšen pristop omogoča neko posredno oceno stopnje elektrifikacije tudi v primerih, ko podatki o posameznih napravah na PPM niso neposredno razpoložljivi.

Nizka stopnja elektrifikacije

- praviloma 1F
- dogovorjena moč v najbolj obremenjenem časovnem bloku $P_+ \leq P_{+GO(nizka(zgornja))} kW$
- Prevzeta energija $A_+ < A_{+GO(nizka(zgornja))} kWh/leto$

Srednja stopnja elektrifikacije

- praviloma 3F
- dogovorjena moč v najbolj obremenjenem časovnem bloku $P_+ = P_{+GO(srednja(spodnja))} - P_{+GO(srednja(zgornja))} kW$
- Prevzeta energija $A_+ = A_{+GO(srednja(spodnja))} - A_{+GO(srednja(zgornja))} kWh/leto$

Visoka stopnja elektrifikacije

- praviloma 3F
- dogovorjena moč v najbolj obremenjenem časovnem bloku $P_+ > P_{+GOvisoka (spodnja)} kW$
- Prevezeta energija $A_+ > A_{+GOvisoka (spodnja)} kWh/leto$

Mali poslovni odjem (MPO)

Za mali poslovni odjem se stopnja elektrifikacije določi na podlagi priključne oziroma dosežene moči ter letne prevzete energije. Tipični mali poslovni odjemalci imajo trifazni priključek (3F), pri čemer se kot referenčna vrednost srednje elektrificiranega odjema lahko upošteva priključne moči med $P_{+MPO(spodnja)} - P_{+MPO(zgornja)}$ in letno porabo $A_{+GO (spodnja)} - A_{+GO (zgornja)}$.

Nizka stopnja elektrifikacije

- dogovorjena moč v najbolj obremenjenem časovnem bloku $P_+ \leq P_{+MPOnizka (zgornja)} kW$
- Prevezeta energija $A_+ < A_{+MPOnizka (zgornja)} kWh/leto$

Srednja stopnja elektrifikacije

- praviloma 3F
- dogovorjena moč v najbolj obremenjenem časovnem bloku $P_+ = P_{+MPOSrednja (spodnja)} - P_{+MPOSrednja (zgornja)} kW$
- Prevezeta energija $A_+ = A_{+MPOSrednja (spodnja)} - A_{+MPOSrednja (zgornja)} kWh/leto$

Visoka stopnja elektrifikacije

- praviloma 3F
- dogovorjena moč v najbolj obremenjenem časovnem bloku $P_+ > P_{+MPOvisoka (spodnja)} kW$
- Prevezeta energija $A_+ > A_{+MPOvisoka (spodnja)} kWh/leto$

#7	<p>Ali menite, da so kriteriji in razredi stopnje elektrifikacije GO/MPO ustrezni za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p> <p>[Če DA, prosimo predlagajte empirične mejne vrednosti za predlagane razrede, če z njimi razpolagate]:</p> <p>GO</p> <p><u>Nizka stopnja elektrifikacije</u></p> <p>$P_{+GOnizka (zgornja)} kW :$ $A_{+GOnizka (zgornja)} kWh/leto:$</p> <p><u>Srednja stopnja elektrifikacije</u></p> <p>$P_{+GOSrednja (spodnja)} kW :$ $P_{+GOSrednja (zgornja)} kW :$</p> <p><u>Visoka stopnja elektrifikacije</u></p> <p>$P_{+GOvisoka (zgornja)} kW :$ $A_{+GOvisoka (zgornja)} kWh/leto:$</p>
----	--

	<p>MPO</p> <p><u>Nizka stopnja elektrifikacije</u></p> <p>$P_{+MPO_{nizka}}$ (zgornja) kW :</p> <p>$A_{+MPO_{nizka}}$ (zgornja) kWh/leto:</p> <p><u>Srednja stopnja elektrifikacije</u></p> <p>$P_{+MPO_{srednja}}$ (spodnja) kW :</p> <p>$P_{+MPO_{srednja}}$ (zgornja) kW :</p> <p><u>Visoka stopnja elektrifikacije</u></p> <p>$P_{+MPO_{visoka}}$ (zgornja) kW :</p> <p>$A_{+MPO_{visoka}}$ (zgornja) kWh/leto:</p>
--	--

4.2.2 Dosežena (realizirana) cenovna odzivnost

Potencial odzivanja PPM na cenovne signale se lahko za potrebe analize stroškov in koristi (CBA) ugotavlja na podlagi razlike dogovorjene obračunske moči tj. največje dosežene razlike moči v posameznih časovnih blokih (ČB1–ČB5), izmerjenih v referenčnem preteklem obračunskem obdobju (preteklo koledarsko leto) ob upoštevanju sezonske razdelitve na zimsko in poletno sezono.

Tak izhodiščni pristop se lahko uporabi, saj:

- metodologija obračunavanja omrežnine namreč že temelji na obračunavanju povprečnih temenskih vrednosti izmerjenih moči, tj. dogovorjeni obračunski moči v posameznih časovnih blokih,
- se preseganje dogovorjene obračunske moči pod določenimi pogoji ločeno obračuna (če uporabnik dogovorjeno moč spremeni),
- je za dimenzioniranje in razvoj distribucijskega omrežja odločilna predvsem konična obremenitev.

Realizirana oz. dosežena cenovna odzivnost⁴ uporabnika dCO_{PPM} , se lahko ugotavlja kot relativna razlika med največjima doseženima močema v najmanj in najbolj obremenjenem časovnem bloku posamezne sezone, preteklega referenčnega obračunskega obdobja, pri čemer je zaradi večje sistemske obremenitve bolj pomembna višja sezona:

$$dCO_{PPM} = \frac{|P_{\check{C}Bmin}^{max} - P_{\check{C}Bmax}^{max}|}{\max(P_{\check{C}Bmin}^{max}, P_{\check{C}Bmax}^{max})}$$

kjer predstavljata;

$P_{\check{C}Bmax}^{max}$ največjo doseženo moč uporabnika v najbolj obremenjenem časovnem bloku opazovane sezone in

$P_{\check{C}Bmin}^{max}$ največjo doseženo moč v najmanj obremenjenem časovnem bloku iste sezone,

dCO_{PPM} podaja relativni razpon konične obremenitve PPM uporabnika med časovnima blokoma z najvišjo in najnižjo obremenitvijo in tako odraža stopnjo prilagodljivosti PPM

⁴ Realizirana (dosežena) cenovna odzivnost odraža realizirano vedenje uporabnikov, stopnja elektrifikacije pa opisuje njihov tehnični potencial za vključevanje v energetske procese.

na cenovne signale za preteklo obračunsko obdobje in izbrano sezono. Zaradi večje sistemske obremenitve je vplivnejši dCO_{PPM} v visoki sezoni.

Razredi dCO_{PPM}

Za potrebe analize stroškov in koristi (CBA) se PPM razvrstijo v razrede glede na vrednost dCO_{PPM} . Kazalnik odraža stopnjo dejanskega prilagajanja konične moči uporabnika za vsako sezono med časovnim blokoma z najvišjo in najnižjo obremenitvijo v preteklem obračunskem obdobju.

Razvrstitev v razrede omogoča identifikacijo skupin PPM z različno stopnjo odzivnosti na cenovne signale, kar predstavlja izhodiščno vhodno informacijo za oceno učinkov ToU⁵ tarif, oceno prožnosti odjema glede na cenovne signale ter oceno upravičenosti načina in obsega nadgradnje naprednega merilnega sistema (NMS).

Nizek: $dCO_{PPM} < 0,20$

Srednji: $0,20 \leq dCO_{PPM} \leq 0,50$

Visok: $dCO_{PPM} > 0,50$

Ker primerjava največjih doseženih moči med najbolj obremenjenim in najmanj obremenjenim časovnim blokom ne odraža celotnega tehničnega potenciala prožnosti PPM, temveč predvsem dejansko doseženo odzivanje uporabnika glede na omrežninske in druge cenovne signale, se obravnavani kazalnik ne more opredeliti kot neposredni kazalnik potenciala prožnosti, temveč kot kazalnik realizirane cenovne odzivnosti PPM, tj. implicitne prožnosti. Tak kazalnik odraža neko možno stopnjo prilagajanja konične moči uporabnika med časovnimi bloki glede na omrežninske cenovne signale in druge eksterne (eksogene) tržne cenovne signale upošteva obremenitev sistema. Predstavlja lahko empirično osnovo v nadaljnji oceni širšega potenciala prožnosti v okviru CBA.

#8	<p>Ali menite, da so predpostavke glede dosežene cenovne odzivnosti odjema primerno opredeljene za potrebe izvedbe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo utemeljite]:</p>
----	---

4.2.3 Operativna elastičnost (tip odjemnega profila)

Za poslovni in industrijski odjem potenciala prožnosti ni smiselno presojati na podlagi stopnje elektrifikacije, temveč zlasti na podlagi značilnosti odjemnega profila in operativnih lastnosti procesov. Ker distribucijski operater praviloma nima neposrednega vpogleda v tehnološke procese odjemalca, se operativna elastičnost ocenjuje na podlagi merilnih podatkov, ki omogočajo posredno, a primerljivo vrednotenje možnosti prilagajanja odjema.

Za oceno operativne elastičnosti (OE_{PPM}) se uporabljajo predvsem naslednji agregirani kazalniki, izračunani iz merilnih podatkov v referenčnem obdobju:

- faktor obremenitve⁶ ($Load\ Factor_E$) kot razmerje med povprečno in maksimalno močjo odjema v opazovanem obdobju;
- variabilnost odjema skozi čas, npr. kot standardni odklon ali koeficient variacije profila;

⁵ Time of Use (časovno diferencirane omrežninske tarife)

⁶ angl. Load Factor

- časovna porazdelitev porabe, npr. razmerje med dnevnim in nočnim odjemom oziroma med delovniki in dela prostimi dnevi.

Pri tem se razmerje med konično in povprečno močjo odjema ne uporablja kot ločen kazalnik, ker predstavlja zgolj recipročno vrednost faktorja obremenitve in bi vodilo v dvojno upoštevanje iste informacije.

Na podlagi navedenih kazalnikov je mogoče odjemna mesta razvrstiti glede na tip odjemnega profila in s tem povezano stopnjo operativne elastičnosti. Odjemalci z izrazito ravninskim profilom praviloma izkazujejo nizko operativno elastičnost, saj je njihov odjem tesno vezan na kontinuirano obratovanje proizvodnih procesov. Nasprotno pa odjemalci z bolj variabilnim, časovno strukturiranim ali cikličnim profilom praviloma omogočajo večje možnosti prilagajanja odjema.

Tak pristop omogoča enotno, objektivno in primerljivo oceno operativne elastičnosti na ravni posameznih distribucijskih območij, neodvisno od razpoložljivosti podrobnih podatkov o notranjih procesih odjemalcev, ter predstavlja ustrezno vhodno osnovo za nadaljnjo oceno potenciala prožnosti v okviru CBA.

Faktor obremenitve

Load Factor_E predstavlja enega ključnih agregiranih kazalnikov za oceno značilnosti odjemnega profila in s tem posredno tudi operativne elastičnosti posameznega odjemnega mesta. Opredeljen je kot razmerje med povprečno in maksimalno močjo odjema v opazovanem obdobju.

Visoke vrednosti faktorja obremenitve praviloma kažejo na enakomeren, kontinuiran odjem, medtem ko nižje vrednosti nakazujejo večjo variabilnost odjema in večjo prisotnost koničnih obremenitev. Faktor obremenitve je zato primeren kazalnik za razlikovanje med ravninskim, časovno strukturiranim in cikličnim profilom odjema.

($Load\ Factor_E = \frac{E_{avg}^+}{E_{max}^+}$), kjer je

$$E_{max}^+ = P_{max}^+ \cdot 8760\ h\ (kWh)$$

Razredi operativne elastičnosti

Na podlagi faktorja obremenitve, variabilnosti odjema in časovne porazdelitve porabe se odjemna mesta v segmentu poslovnega in industrijskega odjema razvrščajo v razrede OE_{PPM} . Razvrstitev temelji na predpostavki, da oblika odjemnega profila odraža naravo obratovalnih procesov in s tem povezano možnost prilagajanja odjema.

Pomembno je poudariti, da OE_{PPM} sama po sebi še ne pomeni nujno tudi visokega potenciala prožnosti, saj je dejanska izkoriščenost odvisna tudi od možnosti upravljanja procesov, stopnje avtomatizacije ter razpoložljivosti merilnih podatkov.

Za potrebe analize se uporabljajo trije osnovni razredi operativne elastičnosti:

- nizka OE_{PPM} ,
- srednja OE_{PPM} ,
- visoka OE_{PPM} .

Razredi predstavljajo poenostavljen, vendar uporaben približek dejanske zmožnosti prilagajanja odjema na ravni distribucijskega sistema. Sami po sebi še ne pomenijo končnega potenciala prožnosti, temveč enega od ključnih vhodov za njegovo oceno.

Odjem > 43 kW

Pri poslovnem in industrijskem odjemu potencial prožnosti ni neposredno določen na podlagi stopnje elektrifikacije, temveč predvsem na podlagi operativne elastičnosti odjema ter zmožnosti upravljanja procesov.

OE_{PPM} tako predstavlja ključni vhodni parameter za oceno potenciala prožnosti, ki pa ga je treba dopolniti še z vidiki avtomatizacije, organizacije procesov ter razpoložljivosti merilnih podatkov.

Za poslovni in industrijski odjem stopnja elektrifikacije praviloma ni ustrezen razločevalni kriterij, saj gre večinoma za že visoko elektrificirane odjemalce. Za potrebe CBA je zato bolj smiselno odjemalce razvrščati glede na OE_{PPM} , ki se ocenjuje na podlagi merilnih podatkov in značilnosti odjemnega profila.

Razredi potenciala prožnosti predstavljajo poenostavljeno klasifikacijo, ki združuje ključne vidike odjema (profil, tehnično opremljenost in zmožnost upravljanja) v operativno uporabno oceno za potrebe CBA.

Nizka operativna elastičnost

Kontinuirani oziroma ravninski profil odjema, pri katerem je odjem tesno vezan na tehnološki proces brez pomembnejših možnosti zamikanja ali modulacije.

Tipični primeri:

Kontinuirani industrijski procesi, papirnice, talilnice, bazni industrijski odjem.

Značilnosti profila:

- ravninski ali skoraj ravninski profil,
- majhna variabilnost,
- visoka izkoriščenost priključne moči.

Tipični kazalniki (orientacijsko):

- faktor obremenitve: > 0,7–0,8;
- nizka variabilnost profila.

Interpretacija:

Zelo omejen ali zanemarljiv potencial prilagajanja odjema.

Srednja operativna elastičnost

Časovno strukturiran odjem, vezan na delovni čas, izmene ali delno prilagodljive procese.

Tipični primeri:

Proizvodnja v eni ali več izmenah, večje poslovne stavbe, logistični centri, večji komercialni objekti.

Značilnosti profila:

- izrazit dnevni vzorec,
- nižji odjem ponoči ali ob vikendih,
- zmerna variabilnost.

Tipični kazalniki (orientacijsko):

- faktor obremenitve: približno 0,4–0,7;
- zmerna variabilnost,
- zaznavna razlika med dnevnim in nočnim odjemom.

Interpretacija:

Delno izkoriščen potencial prilagajanja, primeren za osnovne oblike časovnega zamikanja in omejevanja koničnih obremenitev.

Visoka operativna elastičnost

Visoko variabilen, ciklični ali diskreten profil odjema, pri katerem proces omogoča zamik, modulacijo ali začasno omejevanje odjema.

Tipični primeri:

Diskretna proizvodnja, hladilnice, zamrzovalnice, HVAC večjih objektov, skladišča in logistika.

Značilnosti profila:

- visoka variabilnost,
- izraziti vrhovi in padci,
- ciklični vzorci.

Tipični kazalniki (orientacijsko):

- faktor obremenitve: < 0,4–0,5;
- visoka variabilnost profila.

Interpretacija:

visoka operativna elastičnost in pomemben vhodni potencial za vključevanje v DSM/DR, dinamične tarife in druge storitve prožnosti.

#9	<p>Ali menite, da so tipi odjemnih profilov, operativna elastičnost in ključne omejitve prilagajanja ustrezno opredeljeni za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosim, utemeljite]:</p>
----	---

4.2.4 Potencial prožnosti

Potencial prožnosti (PP_{PPM}) se za potrebe CBA določa kot nadgradnja predhodno opredeljenih vidikov, zlasti stopnje elektrifikacije, realizirane cenovne odzivnosti in operativne elastičnosti.

Medtem ko posamezni kazalniki opisujejo specifične vidike odjema (tehnično opremljenost, dejansko energetske vedenje ali značilnosti profila), potencial prožnosti predstavlja njihovo združeno interpretacijo z vidika dejanske uporabnosti za potrebe elektroenergetskega sistema in trga.

PP_{PPM} se za potrebe CBA določa kot ocena tehnične in operativne zmožnosti uporabnika za aktivno upravljanje odjema oziroma oddaje električne energije, ne glede na njegovo trenutno doseženo cenovno odzivnost (dCO_{PPM}).

Za razliko od dCO_{PPM} , ki odraža dejansko preteklo ravnanje uporabnika, potencial prožnosti predstavlja zmožnost PPM, da se v prihodnje vključi v procese upravljanja odjema/vodenje porabe⁷ (DR/DSM), dinamičnih tarif ter sistemskih storitev.

⁷ DSM (vodenje porabe) je širši, strateški okvir za dolgoročno usmerjanje porabe, medtem ko je DR (odziv/prilagajanje odjema) operativni del, kjer odjemalci kratkoročno prilagodijo porabo kot odziv na signal.

V segmentu GO in MPO je potencial prožnosti praviloma bolj odvisen od stopnje elektrifikacije in prisotnosti posameznih vodljivih bremen, medtem ko ima operativna elastičnost manjšo razlikovalno vlogo.

Nasprotno pa je pri poslovnem in industrijskem odjemu operativna elastičnost ključni razlikovalni dejavnik, ki v kombinaciji z možnostjo upravljanja procesov določa dejanski potencial prožnosti.

Pri oceni potenciala prožnosti industrijskega odjema je treba posebej upoštevati njegovo heterogenost, in le-tega ni mogoče enoznačno uvrstiti v najvišji razred prožnosti. Čeprav industrijski odjem praviloma vključuje velika bremena in s tem tehnično pomemben potencial za prilagajanje odjema, je dejanska operativna prožnost močno odvisna od narave proizvodnih procesov in obratovalnega režima.

Del industrijskih odjemalcev obratuje z izrazito ravninskim profilom odjema, kjer je poraba skozi čas relativno konstantna in optimizirana glede na tehnološke zahteve procesa (npr. kontinuirani procesi v kemični, metalurški ali papirni industriji). Takšni procesi imajo praviloma zelo omejeno ali praktično nično operativno elastičnost, saj bi vsak poseg v odjem povzročil nesorazmerne tehnološke, kakovostne ali ekonomske posledice. V teh primerih kljub visoki priključni moči ne moremo govoriti o potencialu prožnosti.

Nasprotno pa imajo industrijski odjemalci z diskretnimi, cikličnimi ali časovno prilagodljivimi procesi (npr. procesi v diskretnih ciklih, hladilni sistemi, kompresorske postaje, črpalni sistemi, elektrotermalni procesi z akumulacijo) lahko izraziti potencial za prožnost, saj omogočajo časovni zamik, modulacijo ali začasno prekinitev odjema brez bistvenega vpliva na osnovno dejavnost.

Zato je pri interpretaciji razredov prožnosti nujno razlikovati med:

- tehničnim potencialom odjema, ki izhaja iz elektroenergetskih karakteristik priključka in bremen, ter
- operativno elastičnostjo odjema, ki odraža dejansko zmožnost prilagajanja porabe glede na obratovalne in tehnološke omejitve.

Tehnični potencial predstavlja zgornjo mejo možnega vpliva na odjem in je določen z elektroenergetskimi karakteristikami priključka ter dejansko izkoriščenostjo tega priključka. Ključni parametri so:

- priključna moč, ki določa maksimalno tehnično in obenem pogodbeno kapaciteto priključka;
- dogovorjena moč, ki predstavlja osnovo za obračun moči odjema, je določena kot agregirana vrednost (npr. povprečje več največjih konic v referenčnem obdobju), zato ne odraža nujno absolutnega maksimuma, temveč bolj tipično konično obremenitev;
- največja dosežena moč;
- nazivne moči posameznih naprav ali tehnoloških sklopov, ki določajo granularnost in korake možnega prilagajanja (npr. vklop/izklop večjih bremen);
- struktura in razporeditev bremen zlasti:
 - delež velikih posamičnih bremen (npr. motorji, peči, kompresorji);
 - prisotnost modularnih ali sekvenčnih bremen, ki jih je možno postopno vključevati/izključevati;
 - ter stopnja centraliziranega ali razpršenega upravljanja bremen (npr. SCADA/EMS sistemi),

ki vplivajo na možnost selektivnega in stopenjskega upravljanja odjema.

Na tej podlagi tehnični potencial opredeljuje teoretični razpon vodenja odjema, pri čemer je treba upoštevati, da dogovorjena moč predstavlja statistično oceno koničnega

odjema in lahko podcenjuje ekstremne kratkotrajne konice (ki pa jih odraža največja dosežena moč).

Nasprotno pa operativna elastičnost določa, kolikšen del tega tehničnega potenciala je mogoče v praksi aktivirati, ob upoštevanju:

- tehnoloških omejitev procesov,
- zahtev po neprekinjenem obratovanju,
- vpliva na kakovost proizvodnje ali storitve,
- ter ekonomskih in organizacijskih dejavnikov.

Industrijski odjem je v okviru te analize uvrščen v razred visokega potenciala zgolj pogojno, tj. za primere, kjer obstaja zadostna stopnja operativne prožnosti. V nasprotnem primeru (npr. ravninski profil odjema) se takšni PPM obravnavajo kot odjem z nizkim ali zanemarljivim potencialom prožnosti.

Razredi PP_{PPM}

Nizek potencial prožnosti

PPM z omejenim potencialom aktivnega upravljanja odjema, kjer prevladujejo manjša, težko vodljiva ali razpršena bremena brez izrazitega vpliva na konično moč. npr. za PPM z nizkim potencialom vodenja moči bremen in razpoložljivostjo podatkov D-1:

$$C_{flex} < C_{flex_{nizek(zgornji)}} kW$$

in potencialom prožnosti:

$$E_{flex} < E_{flex_{nizek(zgornji)}} kWh/aktivacijo$$

ter številom aktivacij:

$$E_{flexCNT} < E_{flexCNT_{nizek(zgornji)}} aktivacij/mesec.$$

Tipično:

- manjša gospodinjstva:
 - o brez večjih električnih porabnikov (brez TČ, EV, PV, BHEE);
 - o bojlerjem sanitarne vode;
 - o brez EMS ali avtomatizacije;
- industrijski odjem:
 - o kombinacija nizke operativne elastičnosti in/ali omejenih možnosti upravljanja odjema.

Značilnosti:

- nizka prilagodljivost;
- manjši vpliv na konice;
- prožnost predvsem v spremenjenih navadah (ročno/pol-avtomatsko upravljanje).

Srednji potencial prožnosti

PPM z zmernimi, delno vodljivimi bremenami ali manjšimi razpršenimi viri, ki omogočajo časovno prilagajanje odjema ali delno zmanjšanje obremenitve omrežja ter z razpoložljivostjo merilnih podatkov z zakasnitvijo do 15 min. npr. za PPM s srednjim potencialom vodenja moči bremen:

$$C_{flex} = C_{flex_{srednji(spodnji)}} - C_{flex_{srednji(zgornji)}} kW;$$

in potencialom prožnosti:

$$E_{flex} = E_{flex_{srednji}(spodnji)} - E_{flex_{srednji}(zgornji)} kWh/aktivacijo;$$

ter številom aktivacij:

$$E_{flexCNT} = E_{flexCNT_{srednji}(spodnji)} - E_{flexCNT_{srednji}(zgornji)} aktivacij/mesec.$$

Tipično:

- gospodinjstva z:
 - o »naprednim« bojlerjem sanitarne vode;
 - o toplotno črpalko z/brez hranilnika toplote (TČ),
 - o balkonsko sončno elektrarno (z/brez mini BHEE);
- manjši poslovni odjem:
 - o bremena z omejeno vodljivostjo;
- poslovni/industrijski odjem:
 - o delno vodljiva bremena ali procesi, ki omogočajo omejeno prilagajanje odjema.

Značilnosti:

- omejen do srednji vpliv na konično moč,
- delna možnost vodenja ali časovnega zamika,
- potencial za vključevanje v osnovne oblike DR/DSM.

Visok potencial prožnosti

PPM z izrazitimi, visoko zmogljivimi in praviloma avtomatiziranimi bremenami oziroma viri, ki omogočajo aktivno in pogosto upravljanje odjema ali oddaje z velikim vplivom na konično moč. npr. za PPM z velikim potencialom vodenja moči in razpoložljivostjo merilnih podatkov v realnem času:

$$C_{flex} > C_{flex_{visok}(spodnji)} kW ;$$

in potencialom prožnosti:

$$E_{flex} > E_{flex_{visok}(spodnji)} kWh/aktivacijo ;$$

ter številom aktivacij:

$$E_{flexCNT} > E_{flexCNT_{visok}(spodnji)} aktivacij/mesec.$$

Tipično:

- gospodinjstva oz. mali poslovni odjem z:
 - o EV (polnjenje/praznjenje);
 - o BHEE (baterijski hranilnik električne energije);
 - o PV (v kombinaciji z vodenjem);
 - o kombinacije TČ | PV | BHEE | EV;
- večji poslovni/industrijski odjem glede na operativno fleksibilnost (Tip odjemnega profila). Visoka operativna elastičnost in hkrati prisotnost vodljivih ali avtomatiziranih procesov.

Značilnosti:

- visoka nazivna moč fleksibilnih naprav
- možnost naprednega daljinskega vodenja (EMS, agregator)
- nujna vključitev v (morda predpisati) aktivno upravljanje (NMS 2.0)

Razvrstitev PPM glede na potencial prožnosti je neodvisna od njihove trenutne dCO_{PPM} . PPM z visokim potencialom prožnosti lahko izkazujejo nizko cenovno odzivnost in

obratno, kar pomeni, da je za potrebe CBA smiselno oba kazalnika obravnavati ločeno in komplementarno.

#10	<p>Ali menite, da je potencial prožnosti za potrebe CBA primerno razčlenjen [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p> <p>[Če DA, prosimo, predlagajte empirične mejne vrednosti, če z njimi razpolagate].</p> <p><u>Nizek potencial prožnosti</u></p> <p>$C_{flexnizek(zgornji)}$ kW:</p> <p>$E_{flexnizek(zgornji)}$ kWh/aktivacija:</p> <p>$E_{flexCNTnizek(zgornji)}$ aktivacij/mesec :</p> <p><u>Srednji potencial prožnosti</u></p> <p>$C_{flexsrednji(spodnji)} - C_{flexsrednji(zgornji)}$ kW :</p> <p>$E_{flexsrednji(spodnji)} - E_{flexsrednji(zgornji)}$ kWh/aktivacija :</p> <p>$E_{flexCNT} = E_{flexCNTsrednji(spodnji)} - E_{flexCNTsrednji(zgornji)}$ aktivacij/mesec :</p> <p><u>Visok potencial prožnosti</u></p> <p>$C_{flexvisok(spodnji)}$ kW:</p> <p>$E_{flexvisok(spodnji)}$ kWh/aktivacija:</p> <p>$E_{flexCNTvisok(spodnji)}$ aktivacij/mesec :</p>
-----	--

4.3 Geolokacija PPM

Z vidika uporabe merilnih podatkov za aktivno obratovanje sistema in napovedovanje odjema oziroma proizvodnje je pomembna tudi lokacija PPM. Informacija o lokaciji je ključna pri ugotavljanju okoljskih vplivov, ki povzročajo predvsem volatilitnost proizvodnje iz OVE (sonce, veter).

Za kakovosten ocenjevalnik porabe in proizvodnje niso nujno potrebne meritve na vseh PPM, temveč ustrezno topološko razporejene meritve bistveno manjšega obsega. Te meritve v realnem času lahko bistveno prispevajo h kakovosti rešitev napovedovanja odjema oziroma proizvodnje (ob uporabi umetne inteligence) in zagotovijo elektrooperaterju in bilančnim skupinam bistveno kakovostnejšo napoved, na podlagi katere je možno učinkovito zmanjšati odstopanja v sistemu.

Torej se lahko del obsega zamenjave merilnih naprav določi tudi na podlagi kriterija lokacije.

Lokacija PPM predstavlja pomemben vidik pri oceni vplivov naprednega merilnega sistema, saj se značilnosti odjema, proizvodnje ter obremenitve omrežja bistveno razlikujejo glede na prostorsko umeščenost.

Z vidika analize je smiselno upoštevati osnovno prostorsko segmentacijo (npr. tip omrežja: urbano, primestno in ruralno), saj se v posameznih segmentih razlikujejo:

- gostota odjema in struktura uporabnikov,
- razporeditev in koncentracija novih bremen (npr. EV, toplotne črpalke),
- razporeditev razpršene proizvodnje (npr. PV),
- obremenjenost in omejitve distribucijskega omrežja.

Navedene razlike vplivajo na obseg in naravo koristi, ki jih omogoča NMS, zlasti na področjih upravljanja koničnih obremenitev, zagotavljanja kakovosti napetosti ter optimizacije investicij v omrežje. V določenih delih omrežja (npr. območja z visoko

penetracijo razpršene proizvodnje ali elektrifikacije) so lahko učinki naprednih funkcionalnosti NMS bistveno izrazitejši kot drugje.

Za potrebe CBA se lahko vpliv lokacije obravnava na agregirani ravni ali pa diferencirano po posameznih tipih omrežij oziroma geografskih območjih, odvisno od razpoložljivosti podatkov in zahtevane natančnosti analize. Pri tem je pomembno zagotoviti, da izbrani pristop ustrezno odraža ključne razlike v delovanju sistema in omogoča realističen prikaz stroškov in koristi uvedbe NMS 2.0.

#11	<p>Ali menite, da je geolokacija PPM ter njen vpliv na omrežne omejitve, razporeditev proizvodnje in novih bremen ter tipe omrežij ustrezno upoštevan za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosim, utemeljite]:</p>
-----	---

#12	<p>Predlog [Za poglavje 4 oz. njegova podpoglavja in posamezne razdelke lahko podate ločen predlog/pripombo]:</p> <p>Utemeljitev [Vsak predlog/pripombo utemeljite]:</p>
-----	--

5 Tehnološki vidiki

5.1 Osnovne tehnološke značilnosti

CBA mora upoštevati zmogljivost merilnih naprav na PPM najmanj glede na model oz. tip in postavke iz preglednice v nadaljevanju (Tabela 2).

CBA mora upoštevati generacijo merilne naprave, saj je to povezano časovnico zamenjave oz. življenjsko dobo naprav, tehničnimi zmogljivostmi in podprtimi funkcionalnostmi ter nadgradljivostjo, če gre za modularno izvedbo merilne naprave.

#13	<p>Ali menite, da so osnovni podatki o merilnih napravah, vključno s tipom števca, generacijo, načinom merjenja, intervalom zamenjave, stopnjo odpovedi in nadgradljivostjo, ustrezno zajeti za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo utemeljite]:</p>
-----	--

5.2 Stanje integriranosti in skladnosti merilnih naprav

Trenutno stanje naprednega merilnega sistema (NMS) v Sloveniji izhaja iz visoke stopnje uvedbe daljinskega odčitavanja (>98%), pri čemer so praktično vsa merilna mesta vključena v sistem NMS in daljinsko odbirana. Zato stanje vključenosti merilnih naprav samo po sebi ne predstavlja več ključnega razlikovalnega dejavnika med posameznimi merilnimi mesti.

Tabela 2: Osnovne tehnološke značilnosti

Osnovni podatki o merilni napravi (MM/DMM)	
Model (Tip) števca	
Proizvajalec	
Tip priključka (1F 3F)	
Tip merjena (direktno pol-indirektno indirektno)	
Število števecov	
Interval zamenjave zaradi meroslovnih zahtev	
Stopnja odpovedi števecov (% / leto)	Generacija števca:
	Indukcijski
	AMR
	AMI (osnovni AMI)
	AMI+ (napredni AMI):
	AMI++ (naslednja generacija AMI)

Ključna razlika med merilnimi napravami izhaja predvsem iz njihovih **tehničnih in funkcionalnih zmogljivosti**, ki so povezane z različnimi generacijami merilnih naprav (AMR, AMI, AMI+, AMI++).

V tem kontekstu analiza ne obravnava več vprašanja, ali je merilna naprava vključena v NMS, temveč predvsem:

- katere funkcionalnosti posamezna merilna naprava podpira,
- katere funkcionalnosti so dejansko aktivirane in uporabljene,
- v kolikšni meri te funkcionalnosti ustrezajo potrebam prihodnjega razvoja NMS (NMS 2.0).

5.2.1 Skladnost merilnih naprav z zahtevami NMS 2.0

Skladnost merilnih naprav se nanaša na njihovo sposobnost podpore ključnim funkcionalnim in komunikacijskim zahtevam naprednega merilnega sistema, zlasti z vidika prihodnjih potreb elektroenergetskega sistema in trga.

To vključuje zlasti:

- podporo dvosmerni komunikaciji,
- uporabo sodobnih komunikacijskih protokolov,
- kibernetiko varnost,
- zmožnost integracije v podatkovno in komunikacijsko infrastrukturo,
- razpoložljivost lokalnih ali oddaljenih vmesnikov za izmenjavo podatkov, podporo osnovnim funkcijam upravljanja (npr. signalizacija, tarifni režimi, preklopi).

Pri tem je pomembno poudariti, da vse funkcionalnosti niso enako relevantne za vse primere/scenarije uporabe.

5.2.2 Funkcionalni vidik: podpora prožnosti (DR/DSM)

Za podporo prožnosti v okviru NMS 2.0 je ključno razlikovati med:

- **merilnimi funkcijami** (zajem in obdelava podatkov),
- **krmilnimi funkcijami** (aktivacija in upravljanje odjema/proizvodnje),
- **komunikacijskimi** funkcijami (prenos podatkov in signalov).

Z vidika arhitekture NMS 2.0 je smiselno te funkcionalnosti razklopiti in jih ne vezati nujno na merilno napravo, temveč jih obravnavati kot modularne storitve sistema. Tak

pristop omogoča večjo prilagodljivost, saj se zahteve za krmiljenje in tržne storitve prožnosti hitro razvijajo, medtem ko je življenjski cikel merilnih naprav dolg.

Za samo aktivacijo prožnosti praviloma ni potrebna razpoložljivost merilnih podatkov v realnem času. V številnih primerih zadostujejo:

- enostavni signalni mehanizmi (npr. cenovni ali omrežni signal),
- lokalni krmilni elementi (npr. rele),
- vmesniki za povezavo z zunanjimi sistemi (EMS/HEMS).

Merilni podatki višje časovne ločljivosti pa so ključni predvsem za:

- napovedovanje stanj,
- verifikacijo izvedbe storitev,
- obračun in poravnavo,
- analizo vplivov na sistem.

Komunikacijska plast pri tem predstavlja ključen element sistema, saj omogoča zanesljiv prenos signalov in podatkov ter mora biti zasnovana kot tehnološko nevtralna in nadgradljiva.

Z regulativnega vidika je zato smiselno spodbujati modularno in razklopljeno arhitekturo NMS, ki omogoča prilagajanje prihodnjim zahtevam trga in sistema brez odvisnosti od funkcionalnih omejitev merilnih naprav.

5.2.3 Vloga deležnikov pri uporabi funkcionalnosti

Pomembno je tudi razlikovati med vlogami posameznih deležnikov:

- DSO upravlja merilno infrastrukturo in zagotavlja zanesljivo delovanje omrežja, pri čemer lahko v izjemnih primerih posega v odjem zaradi zagotavljanja obratovalne varnosti (npr. v primeru prožnih priključitev in na podlagi pravil).
- Tržni deležniki (agregatorji, dobavitelji) so tisti, ki primarno izvajajo storitve prožnosti in upravljajo odjem na podlagi tržnih signalov.

V tem kontekstu merilna infrastruktura ne predstavlja sistema za neposredno centralizirano upravljanje odjema, temveč **omogočitveno platformo**, ki zagotavlja podatke in vmesnike za izvajanje teh storitev.

5.2.4 Pomen za CBA

CBA analiza mora izhajati iz funkcionalnega vidika merilnih naprav in ovrednotiti:

- katere funkcionalnosti so na voljo v obstoječem sistemu,
- katere funkcionalnosti so dejansko uporabljene,
- katere funkcionalnosti so ključne za prihodnje scenarije NMS 2.0,
- kakšna je vrzel med obstoječim stanjem in potrebami prihodnjega razvoja.

Tak pristop bo omogočil učinkovitejšo usmerjeno identifikacijo potrebnih nadgradenj in preprečil obravnavo NMS zgolj kot inventarja merilnih naprav, temveč kot infrastrukture za podporo naprednim energetske storitvam.

5.3 Funkcionalnosti merilnih naprav

Funkcionalnosti merilnega sistema predstavljajo ključni vidik naprednega merjenja, saj določajo, katere storitve in operativne zmožnosti sistem dejansko omogoča. Razvoj merilnih sistemov se običajno obravnava skozi generacije (AMR, AMI, AMI+, AMI++), kjer vsaka naslednja generacija prinaša širši nabor funkcionalnosti, večjo stopnjo avtomatizacije ter večjo vlogo podatkov v upravljanju elektroenergetskega sistema.

Za celovito analizo so funkcionalnosti najprej obravnavane po posameznih generacijah števecov, kar omogoča jasno razmejitev med osnovnimi obračunskimi funkcijami in naprednimi zmožnostmi, kot so daljinsko upravljanje, upravljanje prožnosti ter integracija razpršenih virov. Dodatno so obravnavane tudi specifične funkcionalnosti, ki so skupne različnim generacijam, zlasti na ravni komunikacijskih in podatkovnih vmesnikov.

Ker merilna oprema pogosto podpira širši nabor funkcionalnosti, kot se dejansko uporablja, je v analizo vključena tudi razlika med podprtimi in aktiviranimi funkcijami. Ta vidik omogoča oceno dejanske stopnje izkoriščenosti merilne infrastrukture ter identifikacijo neizkoriščenega potenciala sistema.

Analiza funkcionalnosti tako omogoča ne le klasifikacijo merilnega sistema po generacijah, temveč tudi razumevanje njegove dejanske zrelosti in sposobnosti podpore naprednim energetskim procesom.

AMR

Za merilne naprave generacije AMR mora CBA upoštevati vsaj naslednje funkcionalnosti:

	Število MM	
	podprto	aktivno
Enosmerni komunikacijski modul		
Samodejno daljinsko odbiranje LP (≥ 15 min);		
Standardna knjiga dogodkov		
Dogodki zaznanih goljufij		
Osnovni dogodki (npr. izpad napetosti)		
Nadgradnja programske opreme (Local FW Update): Da Ne		
Lokalni optični vmesnik		
Dogodki izpadov napetosti		

AMI

Za merilne naprave generacije AMI (osnovni AMI) mora CBA upoštevati vsaj naslednje funkcionalnosti:

	Število MM	
	podprto	aktivno
Dvosmerni komunikacijski modul		
Samodejno daljinsko odbiranje		
Nastavljiva lokalna ločljivost LP (≤ 15 min);		
Ločljivost posredovanega LP v EVT (15 min);		
Razpoložljivost LP v EVT (D-1)		
Podpora večtarifnim modelom (ToU)		
Daljinsko upravljanje sistemkega števca (preizkus, parametriranje in nadgradnja programske opreme)		
Prikazovanje trenutne tarife (E/P)		
Točna ura in sinhronizacija časa (NTP/DLMS clock)		
Detekcija zlonamernih posegov v sistemski števec (Fizična in logična varnost)		
Sporočanje stanj merilne opreme, alarmiranje + watchdog		
Omogočanje šifrirane komunikacije (najmanj osnovni profil DLMS/COSEM)		
Nadgradnja programske opreme na daljavo (OTA FW update): Da Ne		
Vmesnik za (lokalno) vzporedno odbiranje		

AMI+

Za merilne naprave generacije AMI+ (napredni AMI) mora CBA upoštevati vsaj naslednje funkcionalnosti:

	Število merilnih naprav	
	podprto	aktivno
Dvosmerni komunikacijski modul SIM ali eUICC (eSIM)		
Samodejno daljinsko odbiranje ' (≤ 1 min);		
Ločljivost posredovanega LP v EVT (15 min);		
Ločljivost lokalnega LP za vzporedno odbiranje (1 s);		
Razpoložljivost posredovanega LP (nevalidiran) v EVT (D-1)		
Razpoložljivost LP za vzporedno odbiranje (1 - 5 s)		
Podpora naprednejšim večtarifnim modelom (naprednejši ToU)		
Daljinsko upravljanje sistemkega števec (preizkus, parametiranje in nadgradnja programske opreme)		
Možnost priklopa števec drugih energentov in vode		
Točna ura in sinhronizacija časa (NTP/DLMS clock)		
Detekcija zlonamernih posegov v sistemski števec (Fizična in logična varnost)		
Sporočanje stanj merilne opreme, alarmiranje + watchdog		
Zagotavljanje varne komunikacijske povezave (varnostni profili)		
Interoperabilnost izbrane opreme		
Stikalo/odklopnik za odklop in priklop (relejni izhod)		
Lokalni komunikacijski vmesnik za povezavo z napravami hišne avtomatizacije oz. povezavo s hišnim energetskega prikazovalnikom		
Omejevalnik toka		
Vmesnik za (lokalno) vzporedno odbiranje z možnostjo napajanja		
Osnovni DR / DSM (signalizacija ali lokalno izvajanje)		
Spremljanje nekaterih obratovalnih veličin omrežja na PPM (kakovost U, izpadi)		

AMI++

Za merilne naprave generacije AMI++ (naslednja generacija AMI) mora CBA upoštevati vsaj naslednje funkcionalnosti:

	Število MM	
	podprto	aktivno
eUICC (GSMA)		
Remote SIM Provisioning		
Multi-profile (multi-IMSI)		
Večoperaterska povezljivost (multi-operator connectivity)		
QoS monitoring komunikacije		
Ločljivost posredovanega LP v EVT (≤ 5 min);		
Ločljivost lokalnega LP (≤ 1 s);		
Razpoložljivost validiranega LP v EVT (≤ 15 min)		
Napredni/dinamični tarifni modeli		
P2P IP komunikacija (IPv6)		
Napredni DR/ DSM (lokalno oblačno)		
UI na končni točki - Edge analytics (lokalno oblačno)		
Lokalno pomnjenje podatkov za najdaljšo sezono		
Vmesnik za vzporedno odbiranje (v realnem času)		
Vmesnik za prikaz uporabniških podatkov v aplikaciji na mobilni napravi uporabnika		
Razširjeno spremljanje obratovalnega stanja na PPM (najmanj U, I, P, Q, f, faktor moči)		

5.3.1 Uporabljane funkcionalnosti merilne naprave

Aktivirane funkcionalnosti merilne naprave predstavljajo dejansko uporabo tehničnih zmožnosti naprav v praksi. Medtem ko sodobni napredni števeci podpirajo širok nabor naprednih funkcij, te pogosto niso v celoti aktivirane ali uporabljene, bodisi zaradi tehničnih omejitev, regulativnih zahtev ali poslovnih odločitev.

Analiza aktiviranih funkcionalnosti omogoča oceno dejanske stopnje izkoriščenosti merilne infrastrukture ter razlike med razpoložljivimi in uporabljenimi zmožnostmi sistema. Ta vidik je ključen za razumevanje realnih koristi naprednega merilnega sistema ter za identifikacijo neizkoriščenega potenciala, zlasti na področju upravljanja odjema, prožnosti in integracije novih energetskih storitev.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati stroške in koristi glede neaktiviranih/aktiviranih zmogljivosti merilne naprave in vzrokov za neaktivacijo, npr.:

Aktivirane funkcionalnosti		
	Število merilnih naprav	
	podprto	aktivno
Daljinski odklop		
Omejevalnik toka (moči)		
DR DSM programi		
Vmesnik I1/P1: vzporedno odbiranje		
Vmesnik I1: Napajanje		
Vmesnik I2: Števci drugih energentov		
Vmesnik I2: Napajanje		
...		

5.3.2 Karakteristike merilnih naprav

Karakteristike merilnih naprav opredeljujejo funkcionalne in tehnične lastnosti, ki določajo obseg, kakovost in dejansko uporabnost merilnih podatkov ter možnosti njihove nadaljnje uporabe v elektroenergetskem sistemu. Poleg osnovne merilne funkcije pametni števcji vse bolj delujejo kot večnamenske naprave, ki omogočajo napredno obdelavo podatkov, interakcijo z uporabnikom ter integracijo z drugimi sistemi.

Za celovito oceno zmogljivosti merilnih mest je treba upoštevati več ključnih vidikov: časovno ločljivost profila odjema, ki določa granularnost meritev; zmogljivost posredovanja podatkov (odzivni čas), ki določa časovni zamik med meritvijo in njeno razpoložljivostjo; funkcionalnosti prikazovalnika, ki vplivajo na informiranost in aktivacijo odjemalca; skladnost s standardi in stopnjo interoperabilnosti, ki omogočata vključevanje različnih naprav in sistemov; ter dejansko aktivirane funkcionalnosti, ki odražajo, v kolikšni meri se razpoložljive zmožnosti merilne opreme uporabljajo v praksi.

Analiza teh vidikov omogoča oceno, ali merilna oprema presega osnovno obračunsko funkcijo in podpira napredne energetske storitve, kot so upravljanje prožnosti, integracija razpršenih virov ter operativno upravljanje omrežja, ter s tem prispeva k prehodu v bolj digitaliziran in odziven elektroenergetski sistem.

5.3.3 Ločljivost profila odjema (LP)

Ločljivost profila odjema določa časovno granularnost merilnih podatkov, ki jih zagotavlja merilna oprema, in predstavlja enega ključnih dejavnikov uporabnosti podatkov v naprednem merilnem sistemu. Višja časovna ločljivost omogoča bolj podroben vpogled v odjemne vzorce, hitrejše zaznavanje sprememb ter podporo naprednim funkcionalnostim, kot so upravljanje prožnosti, zaznavanje anomalij in operativno vodenje omrežja.

Izbira ločljivosti je neposredno povezana z zmogljivostjo komunikacijske infrastrukture, obsegom obdelave podatkov ter zahtevami posameznih procesov. Medtem ko nižja ločljivost zadostuje za standardne obračunske potrebe, višja ločljivost postaja ključna za razvoj naprednih energetske storitev in digitalizacijo elektroenergetskega sistema.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati stroške in koristi glede na ločljivost LP.

#14	<p>Ali menite, da je večnivojska obravnava časovne ločljivosti in zakasnitev merilnih podatkov – osnovni, napredni in operativni nivo uporabe – ustrezna za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite oziroma predlagajte drugačno razdelitev]:</p>
-----	---

5.3.4 Zmogljivost posredovanja podatkov merilne naprave

Zmogljivost posredovanja podatkov oz. profila obremenitve (LP) opredeljuje časovna zakasnitev oz. odzivni čas (response time= R_t) med nastankom merilnega podatka in njegovo razpoložljivostjo v nadrejenih sistemih. Ta parameter predstavlja ključen vidik učinkovitosti naprednega merilnega sistema, saj neposredno vpliva na primernost podatkov za različne operativne, tržne in analitične procese.

Kratki odzivni časi omogočajo skoraj realno-časovno spremljanje stanja, podporo upravljanju prožnosti ter hitro zaznavanje dogodkov v omrežju, medtem ko daljši odzivni časi omejujejo uporabo podatkov predvsem na obračunske in analitične. Zmogljivost posredovanja podatkov je tesno povezana z izbrano komunikacijsko tehnologijo, topologijo komunikacijskega omrežja ter komunikacijskim modelom (pull/push/event-driven). Pri analizi stanja mora CBA upoštevati stroške in koristi glede na zmogljivost posredovanja LP v EVT (Merilna naprava>HES>POMP>EVT) v časovni enoti.

5.3.5 Funkcionalnosti prikazovalnika merilne naprave

Funkcionalnosti prikazovalnika na merilni napravi je treba obravnavati v kontekstu širše arhitekture NMS, kjer se je težišče vrednosti informacij premaknilo iz merilne naprave v podatkovno-komunikacijski sloj sistema (HES, POMP, EVT). Posledično merilna naprava ni več primarni uporabniški vmesnik, temveč predvsem vir podatkov, ki se obdelujejo, agregirajo in posredujejo v centralnih sistemih.

V sodobnih konceptih NMS 2.0 uporabniki do informacij o odjemu, cenah in možnostih upravljanja praviloma dostopajo preko digitalnih kanalov (aplikacije, portali, sistemi za upravljanje energije), ki omogočajo časovno ustrezno, kontekstualizirano in funkcionalno bogatejšo predstavitev podatkov. V tem smislu prikazovalnik na merilni napravi ne omogoča podpore naprednim funkcionalnostim, kot so dinamične tarife, prožnost ali avtomatizirano upravljanje odjema, zato je zadnja posodobitev MID vpeljala možnost uporabe »oddaljenega prikazovalnika«, ki pa mora seveda zadostiti zahtevam MID (to vlogo v NMS zagotavlja MojElektro.si).

Kljub temu lokalni prikazovalnik ohranja vlogo osnovnega vmesnika, ki zagotavlja minimalno preglednost in dostop do osnovnih merilnih podatkov neodvisno od komunikacijske infrastrukture. Njegova funkcija je tako predvsem podporna (fallback), ne pa razvojna.

Z vidika analize stroškov in koristi (CBA) je zato smiselno funkcionalnosti prikazovalnika obravnavati kot sekundarno zahtevo sistema po MID, ne pa kot ključen dejavnik ustvarjanja dodatnih koristi. Primarne koristi NMS 2.0 izhajajo iz razpoložljivosti, kakovosti in pravočasnosti podatkov v podatkovnih sistemih, ne pa iz njihovega lokalnega prikaza na merilni napravi.

5.3.6 Standardi/Medobratovalnost (Interoperabilnost)

Deklarativna medobratovalnost

Standardi in medobratovalnost (interoperabilnost) merilne opreme določajo sposobnost sistema, da omogoča povezovanje naprav različnih proizvajalcev ter njihovo integracijo v enoten komunikacijski in podatkovni ekosistem. Visoka stopnja interoperabilnosti zmanjšuje odvisnost od posameznih dobaviteljev, omogoča večjo fleksibilnost pri nadgradnjah ter podpira razvoj odprtega trga energetske storitev.

Osnovni pogoj za interoperabilnost predstavlja uporaba odprtih in standardiziranih komunikacijskih protokolov, kot je DLMS/COSEM, ki zagotavljajo tehnično združljivost na ravni podatkovnih modelov in komunikacije. Vendar sama skladnost s standardom še ne zagotavlja dejanske medobratovalnosti, saj je ta odvisna tudi od enotnih implementacijskih profilov (npr. IDIS ali primerljivih specifikacij), ki omejujejo interpretacijsko variabilnost standarda.

Poleg standardne skladnosti je zato ključen vidik dejanska interoperabilnost med napravami različnih proizvajalcev, ki se kaže v zmožnosti njihove sočasne uporabe v istem sistemu brez dodatnih prilagoditev ali specifičnih integracijskih rešitev.

Dodatno pomemben vidik predstavlja arhitekturna odprtost sistema, ki vključuje uporabo odprtih vmesnikov (API), modularno zasnovo ter možnost vključevanja novih naprav, komunikacijskih tehnologij in storitev brez večjih sprememb obstoječe infrastrukture.

Analiza teh vidikov omogoča oceno tveganja vezanosti na proizvajalca (angl. vendor lock-in) ter pripravljenosti sistema na prihodnje tehnološke, regulativne in tržne spremembe.

Pri analizi stanja mora CBA zato ločeno obravnavati:

- skladnost s standardi,
- uporabo implementacijskih profilov ter
- dejansko stopnjo medobratovalnosti med različnimi proizvajalci in sistemi.

Standardi/Interoperabilnost				
Deklarativna operabilnost	Število merilnih naprav			
	Proizvajalec 1	Proizvajalec 2	Proizvajalec 3	Proizvajalec X
Skladnost z odprtim standardom (DLMS/COSEM)				
Uporaba standardiziranega interoperabilnega profila (npr. IDIS ali ekvivalent)				
Odprtost sistema (API, modularnost, integrabilnost)				
Operativna operabilnost	Število merilnih naprav			
	Proizvajalec 1	Proizvajalec 2	Proizvajalec 3	Proizvajalec X
Število (deleži) števecov po proizvajalcu				
Število (delež) interoperabilnih merilnih naprav (multi-vendor okolje)				
Stopnja fragmentacije komunikacijske infrastrukture				
Stopnja integracijske kompleksnosti (nizka/srednja/visoka)				
Stopnja odvisnosti od posameznega proizvajalca				

Deklarativna medobratovalnost ne zagotavlja operativne medobratovalnosti. Števec, ki je skladen z DLMS/COSEM oz. IDIS, lahko še vedno pogojuje specifične integracijske prilagoditve, kar zmanjšuje dejansko oz. operativno medobratovalnost sistema. Zato je za potrebe CBA ključna predvsem analiza operativne medobratovalnosti.

Operativna medobratovalnost

Dejanska stopnja medobratovalnosti merilnega sistema se ne odraža zgolj v skladnosti s standardi, temveč predvsem v zmožnosti sočasnega delovanja merilnih naprav različnih proizvajalcev v skupnem komunikacijskem in podatkovnem okolju brez dodatnih prilagoditev.

Za potrebe analize se interoperabilnost kvantificira upoštevaje več vidikov, ki vključujejo:

- stopnjo diverzifikacije proizvajalcev,

- delež merilnih naprav, ki delujejo v dejansko interoperabilnem »multi-vendor« okolju,
- stopnjo fragmentacije komunikacijske infrastrukture ter
- kompleksnost integracijskih rešitev.

Večja diverzifikacija proizvajalcev zmanjšuje tveganje vezanosti na posameznega proizvajalca (dobavitelja) in povečuje odpornost sistema na sistemska tveganja, vključno s kibernetiskimi tveganji. Po drugi strani pa lahko večja heterogenost povečuje kompleksnost sistema, zahteve po integraciji ter stroške upravljanja.

Zato je za optimalno delovanje sistema ključna ne zgolj zastopanost več proizvajalcev, temveč visoka stopnja operativne medobratovalnosti, ki omogoča enotno upravljanje, komunikacijo in obdelavo podatkov ne glede na proizvajalca naprav.

#15	<p>Ali menite, da so obstoječe stanje, integriranost, skladnost in interoperabilnost merilnih naprav različnih generacij, proizvajalcev in komunikacijskih tehnologij ustrezno obravnavani za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, navedite ključne pomanjkljivosti]:</p>
#16	<p>Ali menite, da so funkcionalne in tehnične zmožnosti merilnih naprav, vključno z ločljivostjo meritev, zmogljivostjo posredovanja podatkov, razpoložljivostjo in kakovostjo podatkov ter podporo naprednim funkcionalnostim, ustrezno opredeljene za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, katere funkcionalnosti niso ustrezno naslovljene?]:</p>
#17	<p>Ali menite, da so možnosti nadgradnje in prihodnjega razvoja merilnih naprav ustrezno upoštewane pri presoji prehoda na NMS 2.0 [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>

5.4 Splošne zahteve za razpoložljivost in kakovost merilnih podatkov (NMS 2.0)

Iz preteklih poročil SODO o stanju NMS in glede na zahteve EU CBA – tehnične specifikacije, je sklepati, da je NMS1.0 skoraj v celoti realiziran (98 %), funkcionalno soliden (interoperabilnost, EVT, portali M2M). Glavna prepreka torej ni več uvedba, (angl. roll-out) temveč učinkovitost komunikacijske plasti, časovna razpoložljivost podatkov in posledično uporabljivost podatkov za obratovanje sistema, končne uporabnike/odjemalce in trg, kar je tudi eden zaključkov iz omenjenega letnega poročila SODO »Osrednji izziv ni merilna oprema, temveč komunikacijska plast in arhitektura časovno učinkovite obdelave podatkov«. Torej, napredni merilni sistem v Republiki Sloveniji je v osnovni funkcionalnosti že vzpostavljen in dosega visoko stopnjo pokritosti. Nadaljnji razvoj sistema (NMS 2.0) zato ne predstavlja več klasične naložbe v uvedbo merilne infrastrukture, temveč nadgradnjo obstoječe podatkovne in komunikacijske platforme z namenom zagotavljanja bolj učinkovitih oz. novih funkcionalnosti, s poudarkom na stroškovni učinkovitosti glede obsega potrebnih posodobitev. Pri tem je ključno, da nadgradnja ne pomeni nujno celovite zamenjave ali posodobitve vseh merilnih naprav, temveč ciljno usmerjeno nadgradnjo tistih segmentov sistema (merilna naprava, komunikacijska infrastruktura ...), ki predstavljajo omejitve za doseganje zahtevanih funkcionalnosti. Analiza CBA mora zato

vključevati oceno potrebnega obsega in strukture teh nadgradenj ter njihovo optimizacijo glede na pričakovane koristi.

Napredni merilni sistem (NMS 2.0) mora zagotavljati razpoložljivost kakovostnih merilnih podatkov z bistveno zmanjšano časovno zakasnitvijo glede na obstoječe stanje, pri čemer mora biti arhitektura sistema zasnovana večslojno, skladno z različnimi potrebami uporabnikov in primeri/scenariji uporabe.

Za podporo dinamičnim tarifam, prožnosti, bilančnim mehanizmom ter energetskim storitvam mora sistem omogočati diferencirano razpoložljivost merilnih podatkov glede na nivo (primeri/scenariji) uporabe in obseg PPM, in sicer:

(1) Osnovni nivo (večina uporabnikov (tipični uporabniki) – obračun, trg, osnovna prožnost):

Sistem mora za vsa merilna mesta zagotavljati merilne podatke z ločljivostjo najmanj 15 minut. Podatki so lahko v nevalidirani obliki dostopni z zakasnitvijo največ enega merilnega intervala prek EVT za končne uporabnike, dobavitelje in druge tržne udeležence.

(2) Napredni nivo (ciljni odjemalci – aktivno upravljanje odjema/proizvodnje):

Za omejen in jasno opredeljen nabor merilnih mest (npr. vključeni v sheme prožnosti, agregacije ali napredne energetske storitve) mora sistem omogočati višjo časovno ločljivost meritev (do nivoja minute) ter njihovo razpoložljivost z zakasnitvijo do največ 1–5 minut od trenutka nastanka meritve.

(3) Operativni nivo (sistemske storitve in obratovanje omrežja):

Za omejen nabor merilnih mest, ki sodelujejo pri zagotavljanju sistemskih storitev, mora merilna naprava omogočati zajem merilnih podatkov z visoko časovno ločljivostjo (do nivoja sekunde ali manj) ter omogočati njihov dostop v skoraj realnem času preko lokalnih ali namenskih komunikacijskih vmesnikov, centralizirano.

Posredovanje teh podatkov za potrebe operativnega vodenja se lahko izvaja po ločenih komunikacijskih poteh, neodvisno od centralnega sistema NMS, ob zagotavljanju ustrezne zanesljivosti, časovne sinhronizacije in razpoložljivosti..

Takšna večnivojska zasnova predstavlja izhodišče za razvoj komunikacijske arhitekture, obdelave podatkov in funkcionalnosti NMS 2.0 ter omogoča stroškovno učinkovito uvajanje naprednih funkcionalnosti ob hkratnem zagotavljanju zanesljivosti in razširljivosti sistema.

5.4.1 Dinamične tarife

Dinamične tarife pogojujejo pravočasno razpoložljivost merilnih podatkov, saj morajo odjemalci, tržni udeleženci in elektrooperater razpolagati z informacijami o odjemu in proizvodnji v takšni časovni ločljivosti in s takšno zakasnitvijo, ki omogoča učinkovito odzivanje na cenovne in omrežne signale.

Metodologija obračunavanja omrežnine M2 predstavlja evolucijo metodologije M1 in uvaja bistveno bolj izrazito časovno odvisno obračunavanje, tj. prehod iz obdobj z visoko, srednjo in nizko obremenitvijo oziroma treh časovnih blokov dnevno, na urne oziroma četrtturne tarife, ki se lahko tudi dnevno posodablajo. Temelji na 15-minutni ločljivosti merilnih podatkov ter upoštevanju stanja omrežja v skoraj realnem času oziroma upoštevanju sistemskega profila. Takšen pristop pomeni, da merilni podatki niso več zgolj obračunski podatek za nazaj, temveč postanejo tudi pomemben vhod za dinamično določanje omrežninskih signalov. Uporaba M2 je predvidena za obdobje od leta 2035 naprej.

Takšna sprememba ne pomeni zgolj tehnološke nadgradnje merilnega sistema, temveč tudi prilagoditev regulativnega procesa določanja omrežninskih tarif. Če naj dinamične tarife odražajo stanje omrežja, sistemski profil in obremenitve po posameznih nivojih priključitve, regulator ne more več izhajati iz pretežno statičnega procesa določanja tarifnih postavk enkrat letno na podlagi zgodovinskih podatkov. M2 pogojuje pogostejše posodabljanje tarifnih signalov na podlagi relevantnih agregiranih merilnih podatkov, sistema profila po kaskadnem modelu razčlenitve stroškov glede na pretoke energije in moči po nivojih priključitve. Pri tem mora NMS 2.0 zagotoviti ustrezno podatkovno podlago ne le za elektrooperaterja, odjemalce in tržne udeležence, temveč tudi za regulatorja pri oblikovanju, preverjanju in posodabljanju dinamičnih omrežninskih signalov.

Za učinkovito delovanje takšnega modela je nujno, da so merilni podatki naprednim in predvsem aktivnim odjemalcem na voljo bistveno hitreje kot v režimu D-1. Zamiki na ravni D-1 namreč ne omogočajo optimalnega, tj. pravočasnega in učinkovitega, odzivanja odjemalcev in drugih tržnih udeležencev ter posledično zmanjšujejo ali celo onemogočajo učinek dinamičnih signalov. Pri tem pa mora biti časovna razpoložljivost podatkov prilagojena dejanski zmožnosti in potrebi uporabnika za odzivanje, saj za večino pasivnih uporabnikov ni nujno sprotno spremljanje celotnega obremenilnega profila. Zanje je lahko učinkovitejše pravočasno in razumljivo obveščanje o preseganju dogovorjene oziroma obračunske moči, magnitudi presežka, številu oziroma kumulativnosti presežkov ter ocenjenem vplivu na strošek omrežnine.

Zato mora NMS 2.0 zagotoviti:

- razpoložljivost nevalidiranih oziroma informativnih merilnih podatkov v časovnih okvirih, ki so prilagojeni posameznemu nivoju uporabe: za standardni nivo najmanj na ravni 15-minutnih intervalov oziroma z obveščanjem uporabnika o relevantnih presežkih in njihovih stroškovnih posledicah; za napredni nivo z bistveno krajšo zakasnitvijo, praviloma prek lokalnih oziroma vzporednih podatkovnih poti, kjer je to tehnično izvedljivo in ekonomsko upravičeno; za operativni nivo uporabe pa za omejen nabor merilnih mest s preverjenim potencialom za sistemske storitve z visoko časovno ločljivostjo in minimalno zakasnitvijo, skladno z zahtevami posameznega primera uporabe oz. scenarija;
- razpoložljivost validiranih podatkov v časovnem okviru, skladnem z mesečnim obračunskim procesom, saj so validirani merilni podatki primarno namenjeni obračunu omrežnine, bilančni obdelavi in drugim reguliranim procesom, ne pa sprotnemu operativnemu odzivanju uporabnikov;
- jasno ločitev med nevalidiranimi oziroma informativnimi podatki za sprotno spremljanje, obveščanje in odzivanje uporabnikov ter validiranimi podatki za obračun;
- zanesljivo podporo 15-minutni oziroma po potrebi boljša ločljivosti podatkov, ki je skladna z obračunskim modelom, pri čemer se višja časovna ločljivost in nižja zakasnitev zagotavljata ciljno za uporabnike in primere/scenarije uporabe, kjer imata dejansko tehnično oziroma ekonomsko vrednost;
- podatkovno podporo regulatorju za pogostejše oblikovanje, preverjanje in posodabljanje dinamičnih omrežninskih tarif, vključno z agregiranimi in kakovostno obdelanimi podatki o sistemskem profilu, obremenitvah po nivojih priključitve ter pretokih energije in moči, potrebnih za uporabo kaskadnega modela razčlenitve stroškov, ne glede na smer pretokov.

Le s takšno časovno učinkovito, vendar uporabniško in stroškovno diferencirano zasnovo podatkovnega toka lahko dinamični tarifni model (M2) dejansko izpolni zastavljene cilje – usmerjanje odjema oziroma proizvodnje v skladu s stanjem omrežja

(omrežninske tarife) in energetskim trgom (tržni cenovni signali) ter posledično optimizacijo obremenitve elektroenergetskega sistema.

5.4.2 Prožnost (DR | DSM)

Prožnost odjema temelji na zmožnosti dovolj hitrega odzivanja na signale iz sistema ali trga, zato zahteva podatke tudi do nivoja realnega časa. Brez pravočasnih in kakovostnih merilnih podatkov ni mogoče zanesljivo aktivirati, spremljati, voditi in vrednotiti storitev prožnosti.

5.4.3 Bilančni mehanizmi

Zmanjševanje bilančnih odstopanj zahteva kakovostne in pravočasne podatke o dejanski porabi. Časovni zamiki pri razpoložljivosti podatkov povečujejo negotovost napovedi ter posledično stroške bilančne oz. sistemske izravnave.

5.4.4 Sistemske storitve

Sistemske storitve (npr. regulacija frekvence in napetosti) zahtevajo visoko časovno ločljivost in minimalne zakasnitve merilnih podatkov. Le tako je mogoče zagotoviti zanesljivo vključevanje razpršenih virov in aktivnih odjemalcev v obratovanje sistema.

5.4.5 Sprememba paradigme CBA

Klasične analize stroškov in koristi (CBA) za napredne merilne sisteme so bile primarno usmerjene v upravičenost uvedbe merilne infrastrukture, pri čemer so bili ključni dejavniki stroški merilnih naprav, njihove namestitve ter prihranki pri odčitavanju in obratovanju. Tak pristop je ustrezen za fazo uvajanja sistema, vendar ne odraža več dejanskega stanja v okoljih, kjer je NMS že v veliki meri implementiran.

V kontekstu nadgradnje NMS 1.0 na NMS 2.0 se paradigma CBA bistveno spreminja: fokus se premika iz fizične infrastrukture na podatke, njihovo časovno razpoložljivost in zmožnost njihove uporabe v operativnih in tržnih procesih. Ključni nosilci koristi niso več zgolj operativni prihranki, temveč napredne funkcionalnosti elektroenergetskega sistema, kot so dinamične tarife, prožnost (DR/DSM), učinkovitejši bilančni mehanizmi in zagotavljanje sistemskih storitev.

Posledično je treba CBA nadgraditi z vidiki, ki vrednotijo vpliv izboljšane časovne ločljivosti in razpoložljivosti podatkov, zanesljivosti komunikacijske infrastrukture ter sposobnosti integracije podatkov v procese upravljanja omrežja in trga. NMS tako postaja ključna podatkovna infrastruktura elektroenergetskega sistema, njegova nadgradnja pa predstavlja strateško investicijo v digitalizacijo in fleksibilnost omrežja, ne več zgolj v merilno tehnologijo.

5.5 Podatkovni vmesniki merilnih naprav

Podatkovni vmesniki merilne opreme predstavljajo ključne točke dostopa do merilnih in diagnostičnih podatkov ter omogočajo povezovanje števca z drugimi sistemi in napravami. V skladu z referenčno arhitekturo M/441 so vmesniki razdeljeni glede na njihovo funkcijo – od lokalnega servisnega dostopa do integracije z napravami uporabnika in povezave z nadrejenimi sistemi (Slika 1).

Razpoložljivost in funkcionalnost teh vmesnikov neposredno vplivata na možnosti uporabe merilnih podatkov, vključno z lokalnim prikazom porabe, integracijo z drugimi energetskimi napravami, podporo avtomatizaciji ter dostopom za vzdrževanje in diagnostiko. Analiza teh vmesnikov zato omogoča oceno stopnje odprtosti sistema, njegove interoperabilnosti ter pripravljenosti za podporo naprednim storitvam in aktivnemu odjemu.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati vpliv podprtih vmesnikov na koristi in učinkovitost:

		Število MM
I0 (Optični vmesnik)	Občasno odbiranje, servisne storitve, diagnostika, ...	
I1:	OSM (Other Service Module)	
	Povezava z napravami hišne avtomatizacije	
	Povezava s hišnim energetskega prikazovalnikom	
	Napajanje iz vmesnika	
	Stanje omrežja v končni točki	
I2		
	Povezava s števeci drugih energentov	
	Napajanje iz vmesnika	

#18	<p>Ali menite, da so podatkovni vmesniki merilnih naprav, vključno z I0, I1, I2, I3, HAN/LAN, NAN/WAN in povezavami z drugimi sistemi oziroma napravami uporabnika, ustrezno obravnavani glede na njihovo razpoložljivost, dejansko uporabo in podporo primerom uporabe NMS 2.0 [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
#19	<p>Ali menite, da je vpliv podatkovnih vmesnikov na izvedljivost, stroške in koristi nadgradnje NMS 2.0 ustrezno upoštevan v CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>

5.6 Življenjski cikel merilnih naprav

Življenjski cikel merilne naprave opredeljuje časovni okvir njene ekonomske, tehnične in operativne uporabe v NMS. Razumevanje teh vidikov je ključno za načrtovanje nadgradenj, optimizacijo investicij ter oceno stroškov in koristi v okviru CBA.

Pri tem je treba jasno ločevati med različnimi časovnimi dimenzijami življenjskega cikla. Amortizacijska doba odraža ekonomsko obdobje odplačevanja naložbe, medtem ko tehnična življenjska doba predstavlja obdobje, v katerem naprava še zagotavlja zahtevano funkcionalnost in zanesljivost. Načrtovana operativna doba pa vključuje tudi strateške in regulativne vidike ter odraža dejansko obdobje uporabe naprave v sistemu.

Poseben vidik predstavlja življenjska doba komunikacijskega vmesnika, zlasti pri modularno zasnovanih merilnih napravah, kjer je mogoče komunikacijski del nadgraditi ali zamenjati neodvisno od osnovnega merilnega dela. Takšna zasnova omogoča podaljšanje uporabne vrednosti merilne naprave ter prilagajanje novim komunikacijskim zahtevam brez celovite zamenjave opreme.

V kontekstu razvoja NMS 2.0 življenjski cikel merilne naprave ni več odvisen zgolj od njene fizične obrabe, temveč vse bolj od tehnološke ustreznosti, zlasti na področju komunikacij, razpoložljivosti podatkov in podpore naprednim funkcionalnostim (npr. prožnost, podatki v skoraj realnem času). Posledično lahko naprava doseže konec svoje ekonomske ali operativne uporabnosti bistveno prej kot konec tehnične življenjske dobe.

Analiza življenjskega cikla zato omogoča identifikacijo optimalnega trenutka za nadgradnjo ali zamenjavo merilne opreme ter predstavlja pomemben vhod v CBA pri presoji različnih scenarijev razvoja NMS.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati stanje v obstoječem NMS glede na:

Generacija števca	Leto vgradnje					Amortizacijska doba	Generacija števca		
	pred 2017	2017-2018	2019-2021	2022-2024	2025+		Tehnična življenjska doba	Načrtovana operativna doba	Življenjska doba komunik. vmesnika
AMR									
AMI									
AMI+									
AMI++									

#20	<p>Ali menite, da so življenjski cikel, preostala uporabna doba, dinamika zamenjav, možnosti nadgradnje in tveganje tehnološke zastarelosti merilnih naprav ustrezno obravnavani za potrebe CBA in načrtovanje prehoda na NMS 2.0 [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
#21	<p>Ali menite, da so stroški življenjskega cikla merilnih naprav, vključno z zamenjavami, vzdrževanjem, odpovedmi in morebitnimi nadgradnjami, ustrezno upoštevani v okviru CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>

5.7 Komunikacijski sloj

5.7.1 Komunikacijske tehnologije HAN/LAN in NAN/WAN

Komunikacijske tehnologije predstavljajo temeljni gradnik naprednega merilnega sistema, saj omogočajo prenos merilnih podatkov, upravljanje naprav ter povezovanje različnih akterjev v elektroenergetskem ekosistemu. Izbira komunikacijske tehnologije neposredno vpliva na razpoložljivost, zanesljivost, latenco in varnost prenosa podatkov ter na sposobnost sistema za podporo naprednim funkcionalnostim.

V skladu z referenčno arhitekturo M/441 se komunikacijski sloj obravnava na več segmentih (Slika 1), pri čemer je smiselno ločevati med komunikacijo v dostopovnem in hrbteničnem delu sistema (NAN/WAN) ter komunikacijo v lokalnem okolju uporabnika (HAN/LAN). Vsak od teh nivojev ima različne tehnične zahteve, omejitve in vlogo v celotni arhitekturi sistema.

Analiza komunikacijskih tehnologij zato omogoča oceno primernosti posameznih rešitev glede na različne scenarije uporabe, njihovo dolgoročno vzdržnost ter vpliv na razvoj NMS v smeri večje digitalizacije, interoperabilnosti in podpore uporabnikom podatkov.

#22	<p>Ali menite, da so izbor, kombinacija in interoperabilnost komunikacijskih tehnologij, kot so PLC, RF Mesh, LTE/NB-IoT in hibridni pristopi, ustrezno opredeljeni glede na zahteve NMS 2.0 [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
-----	--

NAN/WAN

Nabor uporabljenih komunikacijskih tehnologij na nivoju NAN/WAN določa temeljne zmogljivosti naprednega merilnega sistema z vidika zanesljivosti prenosa podatkov, latence, skalabilnosti ter podpore naprednim funkcionalnostim. Različne tehnologije – od PLC rešitev preko RF mesh omrežij do mobilnih in LPWA omrežij – se med seboj bistveno razlikujejo glede odpornosti na motnje, pokritosti, zmogljivosti prenosa ter odvisnosti od zunanjih komunikacijskih ponudnikov.

Razčlenitev po tehnologijah omogoča kvantifikacijo dejanske strukture komunikacijske infrastrukture (npr. število merilnih naprav na posamezno tehnologijo) ter analizo vpliva posamezne tehnologije na ključne kazalnike sistema, kot so kakovost in razpoložljivost podatkov, tehnološko tveganje ter sposobnost podpore naprednim energetskim storitvam.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati vpliv stroškov in učinkovitosti posameznih tehnologij NAN/WAN, in sicer najmanj izpostavljene v preglednici 3.

HAN/LAN

Komunikacijske tehnologije na nivoju HAN/LAN omogočajo povezavo med merilno opremo in napravami v lokalnem okolju uporabnika ter predstavljajo pomemben vmesnik za razvoj naprednih energetskih storitev. Ta komunikacijski sloj omogoča dostop do podatkov v skoraj realnem času, integracijo naprav za upravljanje porabe ter podporo funkcionalnostim, kot so dinamične tarife, upravljanje prožnosti in

Tabela 3: Tipične tehnologije NAN/WAN

		Število MM
Legacy PLC:	PLC (S-FSK / IEC61334)	
PLC G3:	CENELECA FCC	
PLCG3 Hybrid	PLC G3 + RF Mesh PLC G3 + LTE PLC G3 + NB-IoT	
2G/3G:		
4G:	Cat-1 Cat-1bis	
5G:	5G NR (public network) 5G RedCap (NR-Light) Private 5G	
LPWA(N):	LTE-M (Cat-M1) NB-IoT (Cat-NB1) LoRaWAN	
RF Mesh:	Wi-SUN FAN	
RF Mesh Hybrid:	RF Mesh + LTE RF Mesh + NB-IoT	
Drugo:	Proprietary RF Satelitska komunikacija Druge IoT tehnologije	
Delež hibridnih MM		

avtomatizacija/vodenje odjema/proizvodnje.

Za razliko od NAN/WAN tehnologij, ki so primarno namenjene prenosu podatkov do centralnih sistemov, HAN/LAN tehnologije naslavljajo lokalno interoperabilnost, uporabniško izkušnjo ter povezljivost z aplikacijami tretjih strank (ponudnikov energetskih storitev). Njihova razširjenost in odprtost pomembno vplivata na stopnjo aktivacije odjemalcev ter na razvoj novih storitev na trgu električne energije.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati vpliv stroškov in učinkovitosti posameznih tehnologij HAN/LAN, in sicer najmanj za postavke v preglednici 4.

Tabela 4: Tipične tehnologije HAN/LAN.

		Število MM
Bluetooth		
Wi-Fi		
Zigbee		
M-Bus / Wireless M-Bus (OMS)		
Ethernet		
PLC (in-home)		
Drugo:	Thread	
	Z-Wave	
	Modbus	
	KNX	
MM z aktivnim/uporabljanim HAN vmesnikom:	Prikaz količin	
	DR / DSM	
	Avtomatizacija	
HAN vmesnik:	Lastniški	
	Odprt	

5.7.2 Model prenosa podatkov

Komunikacijski model prenosa podatkov določa način, kako in kdaj se merilni podatki prenašajo iz merilnih naprav do nadrejenih sistemov (HES/VEE). Ta model neposredno vpliva na časovno razpoložljivost podatkov, obremenitev komunikacijske infrastrukture ter sposobnost sistema za podporo naprednim funkcionalnostim, kot so skoraj realno-časovni vpogled, upravljanje prožnosti in zaznavanje dogodkov v omrežju.

V praksi se uporabljajo različni pristopi, od periodičnega odčitavanja na zahtevo (pull) do samodejnega (potisnega) pošiljanja podatkov (push), bodisi v vnaprej določenih intervalih bodisi ob nastanku dogodkov. Izbira komunikacijskega modela je tesno povezana z uporabljenimi komunikacijsko tehnologijo ter z zahtevami posameznih procesov, od obračuna do operativnega upravljanja omrežja.

Analiza komunikacijskega modela omogoča oceno, v kolikšni meri sistem podpira pravočasno razpoložljivost podatkov ter prehod v bolj dinamične in odzivne oblike upravljanja elektroenergetskega sistema.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati vpliv stroškov in učinkovitost načina prenosa, in sicer:

	Število MM
Pull	
Scheduled Push	
Event-Driven Push	

#23	<p>Ali menite, da so model prenosa podatkov in ključne zmogljivosti komunikacijskega sloja – razpoložljivost, zanesljivost, zakasnitve, kapaciteta ter podpora 15-minutnim oziroma naprednejšim podatkom – ustrezno obravnavani za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
-----	--

5.7.3 Upravljanje (komunikacijske) infrastrukture

Način upravljanja komunikacijske infrastrukture predstavlja pomemben vidik zasnove naprednega merilnega sistema, saj določa razmerje med tehnično avtonomijo operaterja sistema, stroški upravljanja ter odvisnostjo od zunanjih ponudnikov storitev. Izbira modela upravljanja vpliva na zanesljivost delovanja, varnost podatkov, prilagodljivost sistema ter sposobnost hitrega odziva na motnje in spremembe v omrežju.

Možni pristopi segajo od lastnega upravljanja infrastrukture s strani elektrooperaterja (DSO/TSO), preko uporabe javnih mobilnih ali specializiranih IoT omrežij, do različnih hibridnih modelov, kjer se kombinirajo interne in zunanje komunikacijske rešitve. Vsak izmed teh pristopov prinaša specifične prednosti in tveganja, zlasti glede nadzora nad podatki, kibernetske varnosti, dolgoročne stroškovne učinkovitosti ter fleksibilnosti pri nadgradnjah sistema.

Analiza upravljanja komunikacijske infrastrukture je zato ključna za oceno stopnje neodvisnosti operaterja, robustnosti sistema ter njegove pripravljenosti na prihodnje zahteve digitalizacije in razvoja energetskega trga.

CBA analiza mora preveriti stroške in koristi načinov upravljanja povezovalnih IKT omrežij, in sicer vsaj za naslednje scenarije lastništva:

	Število MM
DSO/TSO	
Operater mobilnega omrežja (MNO)	
Operater IoT omrežja (IoT Connectivity Provider)	
Hibridno	
Neodvisni operater (komunikacijske) infrastrukture	

5.7.4 Nadgradljivost komunikacijske plasti

Nadgradljivost komunikacijske plasti merilne opreme predstavlja sposobnost sistema, da se prilagaja tehnološkim spremembam brez potrebe po celoviti zamenjavi merilnih naprav. Ta vidik je ključen za dolgoročno vzdržnost naprednega merilnega sistema, saj se komunikacijske tehnologije razvijajo hitreje kot sama merilna oprema.

Izbira arhitekture komunikacijske plasti – od integriranih rešitev do modularnih ali zunanjih komunikacijskih enot – neposredno vpliva na fleksibilnost sistema, stroške nadgradenj ter tveganje tehnološke zastarelosti. Poseben pomen ima tudi možnost uporabe več komunikacijskih poti, ki povečuje odpornost sistema in omogoča postopno migracijo na nove tehnologije.

Analiza nadgradljivosti zato omogoča oceno, v kolikšni meri je obstoječi sistem pripravljen na prihodnje zahteve, kot so prehod na IP komunikacijo, nove IoT tehnologije ter povečane zahteve glede razpoložljivosti in varnosti podatkov.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati vpliv stroškov in koristi nadgradnje komunikacijskega sloja merilne naprave:

Komunikacijska nadgradljivost merilne opreme	
	Število merilnih naprav
integrirana komunikacija	
modularna komunikacija	
zunanji komunikacijski prehod (gateway / modem)	
večkanalna / hibridna komunikacija	
...	
Opcija zamenjave komunikacijskega modula brez posega v merilni del	

#24	<p>Ali menite, da so upravljanje, nadzor, vzdrževanje, odprava napak in nadgradljivost komunikacijske infrastrukture ustrezno obravnavani za dolgoročni razvoj NMS 2.0 [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
-----	--

5.7.5 Povezovalne naprave

Topologija komunikacije merilne naprave <> HES

Topologija komunikacije med merilnimi napravami in naprednim merilnim centrom (HES) predstavlja enega ključnih elementov zasnove naprednega merilnega sistema, saj neposredno vpliva na zanesljivost, razpoložljivost, zakasnitve ter skalabilnost prenosa merilnih podatkov. Izbira topologije določa način organizacije komunikacijskih poti, vlogo posameznih elementov (npr. koncentratorjev) ter stopnjo odvisnosti od posameznih točk v omrežju.

Različne topologije – od hierarhičnih in zvezdastih do mrežnih in neposrednih povezav (P2P) – imajo različne prednosti in omejitve glede odpornosti na motnje, stroškov implementacije, kompleksnosti upravljanja ter sposobnosti podpore naprednim funkcionalnostim, kot so skoraj realnočasovni podatki ali aktivno upravljanje odjema. V praksi se pogosto uporabljajo tudi hibridni pristopi, ki združujejo več komunikacijskih principov z namenom optimizacije delovanja v različnih okoljih (urbano, ruralno, industrijsko).

Analiza topologije komunikacije je zato ključna za razumevanje tehničnih omejitev obstoječega sistema ter za oceno njegove primernosti za prihodnje zahteve digitalizacije elektroenergetskega omrežja.

CBA mora zato preveriti vpliv topologije omrežja na stroške in koristi, in sicer:

	Število MM
Hierarhična	
Zvezda (Star)	
Mreža (Mesh)	
Hibridna	
Točka-Točka (P2P) - Neposredno v oblak	

Združevalne naprave (Koncentratorji)

Koncentratorji (DCU – Data Concentrator Units) predstavljajo ključen vmesni element v komunikacijski arhitekturi naprednega merilnega sistema, saj omogočajo združevanje, upravljanje in posredovanje merilnih podatkov med merilnimi napravami na PPM in naprednim merilnim centrom (HES). Njihova vloga je še posebej izrazita v



hierarhičnih in hibridnih topologijah, kjer delujejo kot agregacijska in komunikacijska točka za večje število merilnih naprav.

Z vidika delovanja sistema koncentradorji vplivajo na učinkovitost prenosa podatkov, razpoložljivost komunikacije, latenco ter zanesljivost celotne infrastrukture. Njihove tehnične značilnosti – kot so kapaciteta (število merilnih naprav na koncentrador), podprte komunikacijske tehnologije, interoperabilnost z različnimi tipi števecov, redundanca povezav ter zmožnosti lokalne obdelave podatkov – bistveno določajo zmogljivost in prilagodljivost sistema.

V sodobnih pristopih se vloga koncentradorjev nadgrajuje iz zgolj komunikacijskega

Povprečno število MM na koncentrador	
Največje število MM na koncentrador	
Najmanjše število MM na koncentrador	
Združljivost (tipi števecov):	določen proizvajalec več proizvajalcev (interoperabilno)
Redundanca komunikacij:	brez mobilna 2x mobilna + fiksna
Vir časovne sinhronizacije:	NTP GPS NTP + GPS
Komunikacijska tehnologija DCU<>MM:	PLC PLC+ RF mesh RF mesh LTE / NB-IoT gateway hibridni DCU Drugo
Komunikacijska tehnologija HES<>DCU:	GPRS LTE LTE-M NB-IoT optika ethernet Drugo
Lokalna obdelava podatkov:	brez lokalne obdelave agregacija podatkov lokalna validacija lokalni alarmi
Daljinsko upravljanje koncentradorja:	firmware update konfiguracija diagnostika
Razpoložljivost komunikacije koncentradorja:	≥ 95 % ≥ 98 % ≥ 99 % Drugo

Slika 2: Tipične tehnologije komunikacij med merilnimi napravami in HES.

prehoda v bolj inteligentno robno (edge) komponento, ki lahko izvaja lokalno agregacijo, validacijo podatkov ter osnovno diagnostiko in upravljanje naprav. Analiza teh lastnosti je ključna za oceno skalabilnosti sistema, njegove odpornosti na motnje ter pripravljenosti na prihodnje zahteve, kot so skoraj realnočasovni podatki, večja penetracija aktivnih odjemalcev in integracija naprednih storitev.

CBA analiza mora preveriti stroške in koristi funkcionalnosti/zmogljivosti povezovalnih naprav za posamezne tehnologije komunikacij med merilnimi napravami in HES (Slika 2).

#25	<p>Ali menite, da je vpliv komunikacijskega sloja na stroške, izvedljivost, tveganja in koristi NMS 2.0 ustrezno upoštevan v okviru CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
-----	---

5.8 Podatkovni sloj

5.8.1 Upravljanje podatkov

Upravljanje merilnih podatkov predstavlja enega ključnih stebrov naprednega merilnega sistema, saj neposredno določa njihovo uporabno vrednost za operativne, tržne in regulativne procese. V ospredju ni zgolj zbiranje podatkov, temveč predvsem njihova kakovost, časovna razpoložljivost ter ustrezna obdelava in distribucija različnim deležnikom v energetskega ekosistemu.

Sodobni NMS mora zagotavljati zanesljiv in pravočasen pretok podatkov od merilnega mesta do enotne vstopne točke (EVT), kjer se podatki obdelujejo, validirajo in pripravljajo za različne namene – od operativnega vodenja omrežja in napovedovanja odstopanj do obračuna omrežnine in podpore naprednim tržnim mehanizmom. Pri tem je ključno razlikovati med surovimi, nevalidiranimi podatki, ki so na voljo v kratkem časovnem oknu, ter kasneje validiranimi in konsolidiranimi podatki, ki so podlaga za obračunske in regulativne procese.

Analiza upravljanja podatkov zato zajema tri ključne dimenzije: kakovost merilnih podatkov, njihovo časovno razpoložljivost ter namen in obseg njihove obdelave. Skupaj te dimenzije določajo stopnjo digitalne zrelosti sistema ter njegovo sposobnost podpore prihodnjim zahtevam elektroenergetskega sistema. Pri analizi stanja mora CBA upoštevati stanje v EVT nacionalnega podatkovnega vozlišča glede na obdobje zadnjih 12 mesecev, in sicer:

5.8.2 Kakovost podatkov (Merilna naprava | EVT)

Kakovost merilnih podatkov v enotni vstopni točki (EVT) predstavlja temelj za zanesljivo izvajanje obračunskih, tržnih in operativnih procesov v elektroenergetskem sistemu. Ključni vidik kakovosti je predvsem popolnost in konsistentnost profilov odjema (LP), ki neposredno vplivata na razvrščanje merilnih mest v merjen ali nemerjen odjem ter na obseg nadomeščanja podatkov.

Poleg statične ocene kakovosti je za celovito razumevanje delovanja sistema pomembno spremljati tudi dinamiko sprememb kakovosti skozi čas, zlasti prehode med merjenim in nemerjenim odjemom ter trajanje teh stanj. Tak pristop omogoča boljšo identifikacijo sistemskih težav, komunikacijskih omejitev ter vpliva na obračunske procese.

CBA mora obravnavati najmanj naslednje kazalnike:

Delež MM s kakovostjo LP > 90 %	▶
Poprečna kakovost LP MM, ki ustrezajo pogoju > 90 %	▶
Delež (letni) prehodov MM v nemerjeni odjem (fallback)	▶
Delež (letni) prehodov MM v merjeni odjem (restore)	▶
Poprečen čas potreben za uvrstitev MM v merjen odjem	▶
Povprečen čas MM v merjenem odjemu	▶
Povprečno število prehodov MM merjen <= nemerjen / leto	▶
Delež problematičnih MM (trajno v nemerjenem odjemu)	▶
Delež MM z intervencijo na terenu	▶

- Delež merilnih naprav s kakovostjo LP > 90 %

Ključni kazalnik, ki določa delež merilnih mest, ki izpolnjujejo pogoje za merjen odjem in neposredno vpliva na obseg uporabe dejanskih meritev v obračunu.

- Povprečna kakovost LP merilnih naprav, ki ustrezajo pogoju > 90 %

Dopolnilni indikator, ki pokaže, ali so "ustrezna" merilna mesta blizu optimalne kakovosti ali le minimalno nad pragom, kar vpliva na stabilnost sistema.

- Delež (letnih) prehodov merilnih naprav v nemerjeni odjem (fallback)

Kazalnik nestabilnosti sistema, ki meri, kako pogosto merilna mesta zaradi padca kakovosti preidejo v nemerjeni odjem.

- Delež (letnih) prehodov merilnih naprav v merjeni odjem (restore)

Dopolnjuje prejšnji KPI in kaže učinkovitost sistema pri ponovni vzpostavitvi kakovostnih meritev.

- Povprečen čas, potreben za uvrstitev merilnih naprav v merjen odjem

Pomemben operativni kazalnik, ki meri odzivnost sistema pri odpravi težav in ponovni vzpostavitvi meritev.

- Povprečen čas merilnih naprav v merjenem odjemu

Kazalnik stabilnosti sistema, ki pokaže, kako dolgo merilna mesta ostanejo v "zdravem" stanju.

- Povprečno število prehodov merilnih naprav merjen ↔ nemerjen / leto

Agregiran indikator dinamike sistema, ki kaže, ali gre za stabilno ali "flapping" okolje.

- Delež problematičnih merilnih naprav (trajno v nemerjenem odjemu)

Identificira kritična merilna mesta, ki dolgoročno ne dosegajo zahtevane kakovosti in predstavljajo sistemski problem.

- Delež merilnih naprav z intervencijo na terenu

Operativni kazalnik, ki povezuje kakovost podatkov z dejanskimi stroški vzdrževanja in potrebo po fizičnih posegih.

5.8.3 *Razpoložljivost podatkov merilnih naprav v EVT*

Razpoložljivost merilnih podatkov v enotni vstopni točki (EVT) predstavlja časovni vidik učinkovitosti naprednega merilnega sistema (NMS), saj določa, kako hitro po nastanku so podatki na voljo za nadaljnjo obdelavo in uporabo. Za razliko od kakovosti podatkov, ki naslavlja popolnost in ustreznost meritev, razpoložljivost odraža dinamiko njihovega zajema, prenosa in obdelave skozi čas.

Zaradi narave komunikacijskih tehnologij, zlasti pri PLC sistemih, se razpoložljivost podatkov praviloma izboljšuje z zamikom, saj se manjkajoči podatki postopoma dopolnjujejo s sistemsko vgrajenimi mehanizmi za ponovno pridobivanje nedostavljenih meritev. Posledično je za celovito oceno sistema treba spremljati razpoložljivost meritev v različnih časovnih presečnih točkah, od zgodnje faze (npr. h-1), ko so podatki še nepopolni in praviloma nevalidirani, do kasnejših faz (D-1, D-3, D-5, D-7, D-8), ko so podatki skoraj popolni, validirani in pripravljeni za obračun.

Tak pristop omogoča boljše razumevanje:

- zmogljivosti komunikacijske infrastrukture,
- vpliva uporabljene tehnologije na zakasnitve,
- ter primernosti sistema za različne procese (operativne, tržne in obračunske).

Razpoložljivost podatkov v EVT hkrati predstavlja integriran (end-to-end) kazalnik učinkovitosti celotne verige podsistemov NMS (Merilne naprave → komunikacijska plast → HES → POMP → EVT), saj vključuje kumulativni vpliv:

- komunikacijskih zakasnitev,
- uspešnosti zajema podatkov v HES,
- časov obdelave in validacije (VEE) v POMP,
- ter končne razpoložljivosti podatkov v EVT.

Za razliko od parcialnih kazalnikov, ki obravnavajo posamezne dele sistema, takšen pristop omogoča neposredno oceno dejanske uporabnosti merilnih podatkov za operativne in tržne procese, vključno z uporabo nevalidiranih podatkov (npr. za dobavitelje) ter validiranih podatkov za obračun in regulativne potrebe.

Razpoložljivost se spremlja ločeno za nevalidirane in validirane podatke, saj imata različni vloge v operativnih in obračunskih procesih.

(nevalidirani podatki)	(validirani podatki)
Delež razpoložljivih MM h-12	Delež razpoložljivih MM D-1
Delež razpoložljivih MM D-1	Delež razpoložljivih MM D-3
Delež razpoložljivih MM D-3	Delež razpoložljivih MM D-5
Delež razpoložljivih MM D-5	Delež razpoložljivih MM D-7
Delež razpoložljivih MM D-7	Delež razpoložljivih MM D-8
Delež razpoložljivih MM D-8	

5.8.4 Status podatkov

Nevalidirani podatki

Razpoložljivost nevalidiranih merilnih podatkov odraža sposobnost naprednega merilnega sistema, da v čim krajšem času po izvedbi meritve zagotovi dostop do podatkov za operativne in tržne procese. Ti podatki še niso predmet validacije, vendar so ključni za kratkoročne analize, napovedovanje odstopanj, spremljanje stanja omrežja ter druge časovno občutljive aplikacije.

Zaradi narave komunikacijskih tehnologij se razpoložljivost podatkov postopno izboljšuje skozi čas, saj se manjkajoči podatki dopolnjujejo z naknadnimi odčitavanji. Spremljanje razpoložljivosti v različnih časovnih presečnih točkah omogoča oceno učinkovitosti komunikacijske infrastrukture ter primernosti sistema za skoraj realnočasovne procese.

Validirani podatki

Razpoložljivost validiranih merilnih podatkov predstavlja končno fazo obdelave podatkov v naprednem merilnem sistemu, kjer so podatki preverjeni, dopolnjeni in pripravljeni za obračunske ter regulativne procese. V tej fazi podatki preidejo skozi postopke validacije, ocenjevanja in urejanja (VEE), kar zagotavlja njihovo konsistentnost, popolnost in skladnost z veljavnimi pravili.

Časovna razpoložljivost validiranih podatkov je ključna za pravočasno izvajanje obračuna omrežnine ter za izmenjavo podatkov z dobavitelji in drugimi deležniki. Spremljanje razpoložljivosti v različnih časovnih presečnih točkah omogoča oceno učinkovitosti procesov validacije ter celotne podatkovne infrastrukture, od zajema podatkov do njihove končne uporabe.

5.8.5 Namen in obseg obdelave podatkov

Namen in obseg obdelave merilnih podatkov določata dejansko uporabno vrednost naprednega merilnega sistema ter njegovo vlogo v elektroenergetskem sistemu.

Medtem ko osnovni sistemi naprednega merjenja podpirajo predvsem obračunske procese, sodobni pristopi vse bolj temeljijo na uporabi podatkov za operativno vodenje omrežja, integracijo razpršenih virov ter razvoj novih tržnih mehanizmov.

Različni načini uporabe podatkov zahtevajo različno kakovost, časovno razpoložljivost in granularnost meritev. Zato analiza te postavke omogoča oceno, v kolikšni meri obstoječi sistem dosega/presega osnovne funkcionalnosti obračuna ter podpira napredne primere uporabe (use-case), kot so upravljanje prožnosti, optimizacija obratovanja omrežja in dolgoročno načrtovanje razvoja.

CBA naj ovrednoti vsaj naslednje vidike:

Obdelava podatkov	
	Število MM
Obračunavanje omrežnine	
Obračunavanje dobavljene/predane energije	
DR	
DSM	
Integracija DER	
Obratovalno stanje sistema	
Obratovanje in nadzor omrežja	
Načrtovanje in razvoj omrežja	

5.8.6 Opredelitev potrebnega nabora podatkovnih storitev

Treba je identificirati potreben nabor podatkovnih storitev na podlagi vseh identificiranih primerov/scenarijev uporabe:

Raven EDI	ID Primer/Scenarij uporabe	Storitev	Standardno/Plačljivo
B2C	A.1	X.1	
B2C			
B2C			
...			
B2B			
B2B			
...			
B2G			
...			

Pri analizi ekonomike je treba upoštevati tudi nadgradnjo in implementacijo dodatnih podatkovnih storitev in posledično povečanje obsega merilnih podatkov ter njihovo obdelovanje (prenos, shranjevanje ...).

#26	<p>Ali menite, da so zahteve glede kakovosti, popolnosti, konsistentnosti, časovne razpoložljivosti in zakasnitev merilnih podatkov ustrezno opredeljene ter diferencirane glede na različne primere uporabe NMS 2.0 [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
#27	<p>Ali menite, da so podatkovni sloj in podatkovni tokovi med merilnimi napravami, HES, POMP, EVT in uporabniki podatkov ustrezno opredeljeni za potrebe CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo utemeljite]:</p>

#28	<p>Ali menite, da je predvideni obseg podatkovnih storitev ustrezen za podporo dinamičnim tarifam, DR/DSM, energetskim skupnostim, sistemskim storitvam, napredni analitiki in drugim predvidenim primerom uporabe NMS 2.0 [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, utemeljite]:</p>
#29	<p>Ali menite, da so stroški in koristi, povezani z vzpostavitvijo, nadgradnjo in obratovanjem podatkovnega sloja, ustrezno upoštevani za obseg CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>

5.9 Kibernetska varnost

Kibernetska varnost naprednega merilnega sistema določa stopnjo zaščite merilnih podatkov, komunikacijskih poti in samih naprav pred nepooblaščenim dostopom, manipulacijo, izgubo zaupnosti ter motnjami delovanja. Pri merilni opremi ne gre le za zaščito centralnih sistemov, temveč tudi za varnost na ravni posameznega števca,

Kibernetska varnost	
	Število merilnih naprav
Šifriranje komunikacije: DA NE	
Šifriranje podatkov lokalno: DA NE	
Overjanje pristnosti naprave s certifikatom DLMS/COSEM: DA NE	
aktivirano šifriranje na vmesniku I1	
aktivirano šifriranje na vmesniku I2	
aktivirano šifriranje na vmesniku I3	
Stopnja aktiviranega DLMS varnostnega paketa: 0 1 2	
Upravljanje kriptirnih ključev (centralizirano)	
Ločeno upravljanje skrbniških in uporabniških dostopov	
Dnevnik dogodkov (npr. vpis napačnega gesla)	
Alarmiranje ob varnostnih dogodkih (npr. preseženo število poskusov prijave)	
Nadgradnja preverjenega programja (firmware) / Kriptografsko podpisana	

njegovih komunikacijskih vmesnikov in postopkov upravljanja naprav.

Za celovito oceno kibernetske varnosti je treba upoštevati več plasti: šifriranje komunikacije in lokalno shranjenih podatkov, preverjanje identitete naprave, aktivirane varnostne mehanizme na posameznih vmesnikih, uporabljeno varnostno raven protokola DLMS/COSEM ter organizacijske elemente, kot so upravljanje kriptografskih ključev, upravljanje privilegiranih dostopov in beleženje varnostno pomembnih dogodkov. Skupaj ti elementi določajo dejansko odpornost sistema na kibernetska tveganja in njegovo primernost za dolgoročno varno delovanje.

Pri analizi stanja mora CBA upoštevati integrirane mehanizme kibernetske varnosti in njihovo učinkovitost glede na krajino tveganj.

#30	<p>Ali menite, da so zahteve glede kibernetske varnosti, varstva podatkov, upravljanja dostopov, šifriranja, upravljanja ključev in upravljanja dogodkov ustrezno obravnavane glede na predvidene funkcionalnosti NMS 2.0 in njihov vpliv na CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
-----	--

5.10 Tehnološka tveganja

Ocena tehnološkega tveganja obravnava ključne omejitve, negotovosti in potencialno zastarelost uporabljenih tehnologij v okviru naprednega merilnega sistema. Namen te krovne postavke je sistematično ovrednotiti, v kolikšni meri posamezne rešitve omogočajo zanesljivo, varno in dolgoročno vzdržno delovanje sistema ter podporo prihodnjim funkcionalnostim, kot so upravljanje prožnosti, dinamični tržni mehanizmi in obdelava podatkov v skoraj realnem času.

Analiza zajema predvsem vidike komunikacijske učinkovitosti, funkcionalnih omejitev, kibernetske varnosti, odvisnosti od zunanjih ponudnikov ter splošne digitalne zrelosti sistema. Poseben poudarek je na sposobnosti tehnologije, da se prilagodi prihodnjim zahtevam elektroenergetskega sistema in trga, ter na tveganju, da obstoječe rešitve v času življenjske dobe ne bodo več ustrezale pričakovanim funkcionalnim in regulativnim zahtevam.

CBA analiza mora preveriti stroške in koristi zaradi preostalih tehnoloških tveganj (%), in sicer vsaj:

Ocena tehnološkega tveganja (%)		Število MM			
		AMR	AMI	AMI+	AMI++
Tehnološka zastarelost:	Komunikacijske omejitve				
	Omejitve funkcionalnosti DR DSM				
	Preostalo kibernetsko tveganje				
	Pričakovana ustreznost/uporabnost komunikacijske tehnologije				
	Omejitve pri menjavi ponudnika TK (SIM)				
	Indeks digitalne zrelosti merilnega sistema				

#31	<p>Ali menite, da so tehnološke zahteve NMS 2.0 dovolj diferencirane glede na različne tipe uporabnikov, podatkovne nivoje in primere uporabe[DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosim, utemeljite]:</p>
-----	---

#32	<p>Predlog [Za poglavje 5 in njegova podpoglavja oz. posamezne razdelke lahko podate ločen predlog/pripombo]:</p> <p>Utemeljitev [Vsak predlog/pripombo utemeljite]:</p>
-----	--

6 Arhitektura NMS in ekonomski vidiki

Ekonomska analiza naprednega merilnega sistema (NMS) temelji na primerjavi stroškov in koristi obstoječega sistema (NMS 1.0) ter različnih scenarijev njegove nadgradnje (NMS 2.0). Pri tem izhodišče analize ni več uvedba nove merilne infrastrukture, temveč optimizacija in nadgradnja že vzpostavljenega sistema z visoko stopnjo pokritosti.

V skladu s spremembo paradigme CBA se fokus analize premika iz investicij v merilno opremo na učinkovitost komunikacijske in podatkovne plasti sistema. Ključni ekonomski dejavniki postajajo zanesljivost in zmogljivost komunikacijske infrastrukture, časovna razpoložljivost merilnih podatkov ter njihova uporabnost v operativnih in tržnih procesih.

Analiza mora zato celovito zajeti:

- stroške nadgradnje komunikacijske in aplikativne plasti sistema,
- stroške morebitnih nadgradenj merilnih mest (ciljno usmerjeno),
- vpliv na operativne stroške upravljanja sistema,
- ter koristi, ki izhajajo iz izboljšane kakovosti in razpoložljivosti podatkov.

Poseben poudarek je na optimizaciji obsega nadgradenj, saj nadgradnja NMS 2.0 ne pomeni nujno celovite zamenjave vseh komponent sistema, temveč ciljno usmerjene posege v tiste dele infrastrukture, ki predstavljajo omejitve za doseganje zahtevanih ciljev (funkcionalnosti).

Za vsak tehnični parameter (npr. razpoložljivost, zakasnitve, kakovost) mora CBA ovrednotiti neposreden vpliv na operativne stroške in tržne koristi (npr. zmanjšanje bilančnih odstopanj, zmanjšanje intervencij, povečanje prihodkov iz prožnosti).

Ekonomska analiza tako predstavlja ključno podlago za odločanje o optimalni poti razvoja NMS, ki uravnoteži stroške nadgradnje z dolgoročnimi koristmi za operaterja sistema, uporabnike in trg električne energije.

6.1 Merilne naprave

Merilna naprava na merilnem mestu⁸ (MM) predstavlja temeljni gradnik naprednega merilnega sistema (NMS), saj omogoča zajem, lokalno obdelavo in posredovanje merilnih podatkov ter izvajanje osnovnih in naprednih funkcionalnosti upravljanja odjema. V okviru referenčne arhitekture M/441 predstavlja merilna naprava robni element NMS, ki neposredno povezuje fizični elektroenergetski sistem z digitalno podatkovno infrastrukturo.

Z vidika CBA predstavljajo merilne naprave enega ključnih stroškovnih sklopov, saj zajemajo investicijske stroške nakupa in namestitve ter pomemben del operativnih stroškov skozi celotno življenjsko dobo naprave. Hkrati pa ravno funkcionalnosti merilne naprave (opreme) v veliki meri določajo obseg dosegljivih koristi sistema, kot so avtomatizacija procesov, zmanjšanje terenskih intervencij, podpora aktivnemu odjemu ter zagotavljanje kakovostnih in pravočasnih merilnih podatkov.

Analiza merilne opreme zato ne obravnava zgolj osnovne meroslovne funkcije števca, temveč celoten nabor tehničnih in funkcionalnih lastnosti, ki vplivajo na učinkovitost in nadgradljivost sistema. Poseben poudarek je namenjen razmejitvi posameznih faz življenjskega cikla merilne opreme, in sicer od nabave in namestitve, prek aktivacije in integracije v NMS, do operativnega upravljanja, vzdrževanja in izpolnjevanja meroslovnih zahtev.

V tem okviru so stroški merilne opreme strukturirani po posameznih komponentah in aktivnostih, ki vključujejo:

- nabavo števca in komunikacijskega modula,
- namestitev na merilnem mestu ter morebitne prilagoditve infrastrukture,
- aktivacijo, parametriranje in integracijo v informacijske sisteme (HES/VEE),
- dodatne funkcionalnosti števca, ki presegajo osnovne meroslovne zahteve,
- nadgradljivost merilne opreme kot ključni element dolgoročne stroškovne učinkovitosti.

Poleg investicijskih stroškov analiza vključuje tudi operativne stroške, povezane z vzdrževanjem, terenskimi intervencijami, meroslovnimi obveznostmi ter daljinskim upravljanjem števcov. Takšna razčlenitev omogoča celovito obravnavo stroškov skozi

⁸ Merilno mesto (MM) je fizično mesto, kjer se izvajajo meritve električne energije z merilno opremo, ki vključuje eno merilno napravo. Navadno se nahaja na prevzemno-predajnem mestu;



celotno življenjsko dobo merilne opreme ter neposredno povezavo med tehničnimi lastnostmi števecv in operativno učinkovitostjo sistema.

V kontekstu nadgradnje NMS (NMS 2.0) merilna oprema ne predstavlja več primarnega omejitvenega dejavnika uvedbe sistema, temveč pomemben element optimizacije. Ključni izziv ni več množična zamenjava števecv, temveč identifikacija tistih funkcionalnosti in lastnosti (npr. dodatne funkcionalnosti in nadgradljivost), ki omogočajo doseganje zahtevanih novih storitev ob minimalnih dodatnih investicijah. Zato je v okviru CBA ključno oceniti, v kolikšni meri obstoječa merilna oprema že podpira napredne funkcionalnosti ter kje so potrebne ciljno usmerjene nadgradnje.

Tak pristop omogoča neposredno primerjavo različnih scenarijev razvoja NMS (npr. AMI, AMI+, AMI++) ter oceno njihove stroškovne učinkovitosti glede na dosegljive funkcionalnosti in koristi za operaterje sistema, uporabnike in trg električne energije.

6.2 Komunikacijska plast

Komunikacijska plast naprednega merilnega sistema (NMS) predstavlja ključni povezovalni element med merilno opremo na merilnem mestu in centralnimi sistemi za zajem, obdelavo ter izmenjavo merilnih podatkov (HES, VEE, podatkovno vozlišče). V okviru referenčne arhitekture M/441 komunikacije zajemajo predvsem segmente dostopovnega omrežja (NAN) in hrbteničnega omrežja (WAN), ki skupaj določajo zanesljivost, razpoložljivost in časovno odzivnost celotnega sistema.

Za razliko od merilne opreme, ki je v večini držav že skoraj v celoti implementirana, komunikacijska plast predstavlja glavni omejitveni in hkrati razvojni dejavnik nadaljnje nadgradnje sistema NMS (NMS 2.0). Ključni izzivi so predvsem zagotavljanje zadostne zanesljivosti prenosa, nizke zakasnitve pri dostopu do podatkov ter stroškovno učinkovito obratovanje pri velikem številu merilnih mest.

Z vidika CBA komunikacije predstavljajo pretežno operativni strošek (OPEX), ki nastaja kontinuirano skozi celotno življenjsko dobo sistema in je neposredno odvisen od izbrane komunikacijske tehnologije, topologije omrežja ter obsega prenosa podatkov. Posamezne tehnologije se med seboj bistveno razlikujejo glede:

- stroškov na merilno mesto,
- razpoložljivosti in pokritosti,
- zanesljivosti prenosa in odpornosti na motnje,
- latence in zmogljivosti za prenos podatkov v skoraj realnem času,
- možnosti skaliranja ter dolgoročne tehnološke vzdržnosti.

V okviru analize so komunikacijske tehnologije obravnavane na nivoju merilnega mesta kot strošek prenosa podatkov na merilno mesto na letni ravni. Nabor obravnavanih tehnologij vključuje tako uveljavljene rešitve (npr. PLC, GSM/GPRS, LTE) kot tudi novejša IoT in 5G tehnologije (npr. NB-IoT, LTE-M, 5G RedCap) ter različne hibridne pristope (npr. PLC + RF mesh ali RF mesh + mobilna omrežja), ki združujejo prednosti posameznih tehnologij.

	CAPEX OPEX Koristi	Kategorija	Podkategorija	Postavka	KPI	Enota	Časovno obdobje
CAPEX_MM 1	CAPEX	Merilna oprema	Števec	Nakup števecv	Cena na MM	EUR/MM	enkratno
CAPEX_MM 2	CAPEX	Merilna oprema	Komunikacijski modul	Nakup komunikacijskega modula	Cena na MM	EUR/MM	enkratno
CAPEX_MM 3	CAPEX	Merilna oprema	Števec	Namestitev (odjemalec)	Cena na MM	EUR/MM	enkratno
CAPEX_MM 4	CAPEX	Merilna oprema	Števec	Aktivacija in konfiguracija	Cena na MM	EUR/MM	enkratno
CAPEX_MM 5	CAPEX	Merilna oprema	Števec	Prilagoditve	Cena na MM	EUR/MM	enkratno
CAPEX_MM 6	CAPEX	Merilna oprema	Števec	Dodatne funkcionalnosti števecv	Cena na MM	EUR/MM	enkratno
CAPEX_MM 7	CAPEX	Merilna oprema	Števec	Nadgradljivost	Cena na MM	EUR/MM	enkratno
OPEX_MM 1	OPEX	Merilna oprema	Števec	Vzdrževanje	Strošek na MM	EUR/MM	letno
OPEX_MM 2	OPEX	Merilna oprema	Števec	Terenske intervencije	Strošek na MM	EUR/MM	letno
OPEX_MM 3	OPEX	Merilna oprema	Števec	Merostovje	Strošek na MM	EUR/MM	letno
OPEX_MM 4	OPEX	Merilna oprema	Števec	Upravljanje	Strošek na MM	EUR/MM	letno
OPEX_MM 5	OPEX	Merilna oprema	Števec	OSM	Strošek na MM	EUR/MM	enkratno

Poseben poudarek je namenjen primerjavi med:

- žičnimi tehnologijami (PLC), ki izkoriščajo obstoječo elektroenergetsko infrastrukturo,
- brezžičnimi lokalnimi omrežji (RF mesh, Wi-SUN, LoRaWAN), ki omogočajo fleksibilno povezovanje v dostopovnem segmentu,
- javnim mobilnim omrežjem (LTE, NB-IoT, LTE-M, 5G), ki omogoča neposredno povezavo z visoko razpoložljivostjo,
- hibridnimi arhitekturami, ki so v praksi pogosto nujne za zagotavljanje zanesljivosti v različnih okoljih (urbano, ruralno, omrežje z motnjami).

Izbira komunikacijske tehnologije ima neposreden vpliv na:

- razpoložljivost in kakovost merilnih podatkov,
- možnost učinkovite uvedbe naprednih funkcionalnosti (npr. dinamične tarife, prožnost, sistemske storitve),
- obseg potrebnih operativnih posegov (npr. ponovni odčitki, odprava napak),
- skupne stroške obratovanja sistema.

V kontekstu NMS 2.0 je zato ključnega pomena, da CBA ne obravnava komunikacij kot

	CAPEX	OPEX	Koristi	Kategorija	Podkategorija	Postavka	Tehnologija	KPI	Enota	Časovno obdobje
OPEX_KOM 1		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	PLC G3 CENELECA	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 2		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	PLC G3 FCC	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 3		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	RF mesh	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 4		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	NB-IoT	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 5		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	LTE	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 6		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	PLC + RF mesh	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 7		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	PLC + NB-IoT	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 8		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	PLC G3 + LTE	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 9		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	GSM	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 10		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	GPRS	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 11		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	EDGE	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 12		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	UMTS	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 13		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	Cat-1	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 14		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	Cat-1bis	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 15		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	5G NR (public network)	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 16		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	5G RedCap (NR-Light)	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 17		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	Private 5G	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 18		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	LTE-M (Cat-M1)	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 19		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	NB-IoT (Cat-NB1)	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 20		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	LoRaWAN	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 21		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	Wi-SUN FAN	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 22		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	RF Mesh + LTE	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 23		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	RF Mesh + NB-IoT	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 24		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	Proprietary RF	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 25		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	Satelitska komunikacija	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_KOM 26		OPEX		Komunikacije	Števec	Prenos podatkov	Druge IoT tehnologije	Strošek na MM/leto	EUR/MM/leto	letno

enotnega stroška, temveč kot nabor tehnoloških opcij, ki omogočajo različne ravni zmogljivosti sistema. Analiza mora identificirati optimalne kombinacije tehnologij glede na zahteve posameznih scenarijev uporabe ter oceniti razmerje med stroški in doseženimi koristmi.

Tak pristop omogoča realno primerjavo različnih arhitekturnih pristopov ter opredelitev stroškovno optimalne komunikacijske strategije za nadaljnji razvoj naprednega merilnega sistema.

Komunikacijski stroški na nivoju merilnega mesta oz. dodatnega merilnega mesta (MM | DMM) so odvisni od izbrane komunikacijske arhitekture, pri čemer se v primeru posrednih arhitektur (npr. PLC, RF mesh) dodatno upoštevajo tudi stroški koncentradorjev, ki so obravnavani v ločenem sklopu (KON).

6.3 Koncentradorji

Koncentrador predstavlja ključen element komunikacijske infrastrukture naprednega merilnega sistema (NMS), ki v posrednih komunikacijskih arhitekturah (npr. PLC, RF mesh) opravlja vlogo zbirne in prehodne točke med merilnimi napravami na MM oz.

DMM ter centralnimi sistemi (HES/VEE). V okviru referenčne arhitekture M/441 koncentrador deluje kot vmesni sloj (gateway), ki združuje komunikacijo iz dostopovnega omrežja (NAN) in jo posreduje v hrbtenično omrežje (WAN).

Osnovna funkcija koncentradorja je agregacija podatkov iz večjega števila števecov, upravljanje komunikacije na lokalnem nivoju ter zagotavljanje zanesljivega prenosa podatkov proti centralnim sistemom. Poleg tega koncentrador pogosto omogoča tudi izvajanje določenih operativnih funkcij, kot so upravljanje komunikacijskih povezav, diagnostika, filtriranje ali začasno shranjevanje podatkov.

Z vidika CBA predstavlja koncentrador pomembno investicijsko komponento komunikacijske infrastrukture, ki je značilna predvsem za arhitekture z deljeno komunikacijo (shared network), kjer več merilnih mest uporablja skupno komunikacijsko pot. Stroški koncentradorjev vključujejo začetno investicijo (nakup in namestitve) ter operativne stroške, povezane z njihovim vzdrževanjem in zagotavljanjem WAN povezljivosti.

Prisotnost ali odsotnost koncentradorjev predstavlja eno ključnih razlik med posameznimi komunikacijskimi pristopi:

- pri PLC in RF mesh arhitekturah so koncentradorji nujni in predstavljajo pomemben CAPEX in OPEX element,
- pri direktnih (point-to-point) komunikacijah preko mobilnih omrežij (npr. NB-IoT, LTE) koncentradorji niso potrebni, kar zmanjšuje investicijske stroške, vendar praviloma povečuje operativne stroške prenosa podatkov na nivoju posameznega merilnega mesta.

Zato je v okviru CBA ključnega pomena, da se stroški koncentradorjev obravnavajo ločeno od stroškov komunikacije na nivoju merilnega mesta ter se ustrezno vključijo v skupno oceno stroškov posamezne komunikacijske arhitekture. Takšna razmejitev omogoča realno primerjavo različnih tehnoloških pristopov ter identifikacijo optimalnih kombinacij komunikacijskih rešitev glede na zahteve zanesljivosti, razpoložljivosti in stroškovne učinkovitosti sistema.

V kontekstu nadgradnje NMS (NMS 2.0) koncentradorji predstavljajo pomemben element optimizacije komunikacijske plasti, saj njihova zmogljivost, lokacija in topologija neposredno vplivajo na kakovost prenosa podatkov, obseg potrebnih operativnih posegov ter sposobnost sistema za podporo naprednim funkcionalnostim.

	CAPEX OPEX Koristi	Kategorija	Podkategorija	Postavka	KPI	Enota	Časovno obdobje
CAPEX_KON 1	CAPEX	Komunikacije	Koncentrador	Nakup koncentradorja	Oena na KON	EUR/KON	enkratno
CAPEX_KON 2	CAPEX	Komunikacije	Koncentrador	Namestitve koncentradorja	Strošek na KON	EUR/KON	enkratno
OPEX_KON 1	OPEX	Komunikacije	Koncentrador	Vzdrževanje koncentradorja	Strošek na KON/leto	EUR/KON	letno
OPEX_KON 2	OPEX	Komunikacije	Koncentrador	Prenos podatkov	Strošek/Amortizacija na KON/leto	EUR/KON	letno

6.4 Merilni centri elektrodistribucijskih podjetij (HES)

HES⁹ oziroma merilni centri elektrodistribucijskih podjetij predstavljajo operativni sloj naprednega merilnega sistema (NMS), ki zagotavlja neposredno komunikacijo z merilnimi napravami oz. koncentradorji ter zajem merilnih podatkov. HES deluje kot primarni vmesnik med fizično merilno infrastrukturo (napredni števeci, koncentradorji) in centralnimi podatkovnimi sistemi, pri čemer omogoča zanesljiv in pravočasen prenos merilnih podatkov v nadaljnjo obdelavo. Posledično HES pomembno vpliva na skupno

⁹ angl. Head-End System



zakasnitev v verigi obdelave podatkov (zakasnitev »end-to-end«), predvsem prek uspešnosti zajema podatkov ter komunikacijskih zakasnitev.

Ključne funkcije sistema HES vključujejo periodično ali dogodkovno zajemanje merilnih podatkov (npr. profilov obremenitve), upravljanje komunikacije z merilnimi napravami prek različnih tehnologij (npr. PLC, RF Mesh, mobilna omrežja), ter izvajanje operativnih funkcij nad merilnimi napravami, kot so konfiguracija, posodabljanje programske opreme (firmware), daljinski vklop/izklop in upravljanje parametrov merjenja.

Poleg zajema podatkov HES zagotavlja tudi nadzor nad delovanjem komunikacijskega omrežja in merilnih naprav, vključno z zaznavanjem napak, upravljanjem povezljivosti ter optimizacijo komunikacijskih procesov. Sistem običajno vključuje tudi osnovne funkcionalnosti kratkoročnega shranjevanja podatkov ter IT infrastrukturo, potrebno za njegovo delovanje (strežniki, baze podatkov, licence, vzdrževanje).

V arhitekturi NMS HES predstavlja vhodni sloj podatkovnega toka, saj posreduje zbrane merilne podatke v centralno platformo za obdelavo merilnih podatkov (POMP), kjer se izvajajo nadaljnji postopki obdelave, validacije in priprave podatkov za uporabo na nacionalnem nivoju (EVT).

Z vidika ekonomike NMS so stroški sistema HES v veliki meri odvisni od obsega merilne infrastrukture (npr. število merilnih mest), uporabljene komunikacijske tehnologije ter zahtevnosti upravljanja naprav in komunikacijskega omrežja. Zato se v okviru analize CBA postavke, povezane s sistemom HES, obravnavajo ločeno, z namenom zajema ključnih operativnih stroškov, ki izhajajo iz komunikacije, upravljanja naprav, upravljanja komunikacij in IT infrastrukture sistema.

	CAPEX OPEX Koristi	Kategorija	Podkategorija	Postavka	Obseg Opis	KPI	Enota	Časovno obdobje
OPEX_HES 1	OPEX	IT sistemi	HES	Komunikacija in zajem podatkov	Obseg: št. MM vključuje: polling, sprejem merilnih podatkov, komunikacijski protokoli (PLC, RF, NB-IoT)	Strošek komunikacije in zajema podatkov/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_HES 2	OPEX	IT sistemi	HES	Upravljanje merilnih naprav	Obseg: št. MM vključuje: konfiguracija števec, firmware update, daljinski vklop/izklop, upravljanje parametrov	Strošek upravljanja merilnih naprav/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_HES 3	OPEX	IT sistemi	HES	Upravljanje komunikacij	Obseg: št. MM in št. koncentradorjev vključuje: nadzor povezljivosti, odpravljanje napak, optimizacija komunikacij	Strošek upravljanja komunikacij/leto	EUR/MM/leto	letno
OPEX_HES 4	OPEX	IT sistemi	HES	IT infrastruktura HES	Obseg: št. sistemov vključuje: strežniki, baze (kratkoročne), licence, vzdrževanje	Strošek infrastrukture HES/leto	EUR/leto	letno

6.5 Platforma za obdelavo merilnih podatkov (POMP)

POMP predstavlja osrednji podatkovni sloj naprednega merilnega sistema (NMS), ki omogoča centralizirano zbiranje, obdelavo, validacijo, nadomeščanje in shranjevanje masovnih merilnih podatkov iz merilnih centrov elektrodistribucijskih podjetij (HES). V arhitekturi NMS deluje kot vmesni sloj med operativnimi sistemi distribucijskih operaterjev in nacionalnim podatkovnim vozliščem (EVT), kateremu zagotavlja kakovostne, konsistentne in standardizirane podatke za nadaljnjo uporabo. POMP pomembno vpliva na skupno zakasnitev v verigi obdelave podatkov (zakasnitev »end-to-end«), predvsem prek časov obdelave, izvajanja postopkov validacije, nadomeščanja in urejanja podatkov (VEE) ter priprave podatkov za izmenjavo.

Ključna funkcija platforme POMP je izvajanje postopkov VEE (validacija, nadomeščanje in urejanje merilnih podatkov), ki zagotavljajo ustrezno kakovost podatkov za obračun, analitiko in podporo naprednim energetskim storitvam. Poleg tega platforma omogoča obdelavo velikih količin časovno odvisnih podatkov (npr. 15-minutni ali krajši intervali), njihovo dolgoročno shranjevanje ter pripravo za izmenjavo z drugimi sistemi prek standardiziranih vmesnikov API.

Z vidika ekonomike NMS predstavlja POMP pomemben stroškovni element, predvsem zaradi zahtev po visoki razpoložljivosti, zmogljivosti obdelave in shranjevanja velikega podatkovja (masovnih podatkov) ter zagotavljanja varnosti in integritete podatkov. Stroški platforme so v veliki meri odvisni od obsega sistema (npr. število meritev,



volumen podatkov, število integracij) ter kompleksnosti obdelave in integracijskih zahtev.

V okviru analize CBA se zato postavke, povezane s platformo POMP, obravnavajo ločeno, z namenom zajema ključnih stroškovnih dejavnikov, ki izhajajo iz obdelave podatkov, upravljanja podatkovnih baz, integracijskih mehanizmov ter operativnega upravljanja platforme.

	CAPEX OPEX Koristi	Kategorija	Podkategorija	Postavka	KPI	Obseg Opis	Enota	Časovno obdobje
OPEX_POMP 1	OPEX	IT sistemi	POMP	Obdelava podatkov	Strošek obdelave podatkov/leto	Št. meritev/dan vključuje: validacijo, nadomeščanje in čiščenje/izločanje	EUR/leto	letno
OPEX_POMP 2	OPEX	IT sistemi	POMP	Podatkovne baze in shranjevanje	Strošek shranjevanja podatkov/leto	volumen podatkov (TB) vključuje: shranjevanje (DB), arhiviranje, varnostne kopije	EUR/leto	letno
OPEX_POMP 3	OPEX	IT sistemi	POMP	Integracije	Strošek integracij/leto	Št. integracij vključuje API, CRM, ...	EUR/leto	letno
OPEX_POMP 4	OPEX	IT sistemi	POMP	Upravljanje	Strošek upravljanja/leto	Št. sistemov/uporabnikov vključuje: monitoring, kibernetika varnost, ...	EUR/leto	letno

6.6 Enotna vstopna točka nacionalnega podatkovnega vozlišča (EVT)

Enotna vstopna točka nacionalnega podatkovnega vozlišča (EVT) predstavlja osrednji podatkovni in integracijski sloj naprednega merilnega sistema (NMS), ki omogoča enoten, standardiziran in varen dostop do merilnih in obračunskih podatkov za vse upravičene deležnike na trgu električne energije. V okviru referenčne arhitekture M/441 EVT deluje kot nadrejeni aplikativni sloj, ki povezuje operativni del sistema (merilna oprema, komunikacijska infrastruktura, HES in POMP) z uporabniškim, operativnim in tržnim okoljem. EVT predstavlja končno točko v verigi obdelave podatkov, kjer se določa dejanska razpoložljivost podatkov za uporabnike in s tem uporabna vrednost celotne verige («end-to-end»).

Za razliko od slojev zajema in obdelave podatkov (HES in POMP), kjer so ključni stroškovni vidiki povezani z obsegom merilne infrastrukture in količino podatkov, EVT predstavlja sloj uporabe in izmenjave podatkov. Ker je EVT v obstoječem stanju že vzpostavljen in operativen, se analiza v okviru CBA osredotoča predvsem na operativne stroške (OPEX), povezane z njegovim obratovanjem, vzdrževanjem, nadgradnjami ter zagotavljanjem varne, zanesljive in standardizirane izmenjave podatkov.

EVT ne predstavlja zgolj tehnične platforme za dostop do podatkov, temveč ključni omogočitveni mehanizem za delovanje sodobnega elektroenergetskega trga. Omogoča:

- standardizirano izmenjavo podatkov med operaterji, dobavitelji, agregatorji in drugimi deležniki,
- enoten dostop do podatkov za končne uporabnike (B2C) in poslovne subjekte (B2B, B2G),
- upravljanje dostopov, pooblastil in soglasij v skladu z zakonodajo,
- podporo naprednim tržnim mehanizmom (npr. dinamične tarife, prožnost – DR/DSM, vključevanje novih tržnih udeležencev).

Z vidika CBA, predstavlja EVT sloj, v katerem se ustvarja največja dodana vrednost uporabe merilnih podatkov. Medtem ko merilna oprema, komunikacije in sistemi HES/POMP zagotavljajo zajem, prenos in obdelavo podatkov, EVT omogoča njihovo dejansko uporabo, izmenjavo in monetizacijo v okviru energetskega trga.

Operativni stroški EVT so strukturirani po ključnih funkcionalnih sklopih:

- upravljanje in vzdrževanje platforme,
- upravljanje API dostopa in integracij z deležniki,
- upravljanje soglasij in dostopov do podatkov,
- upravljanje, obdelava in priprava podatkov za izmenjavo,
- zagotavljanje kakovosti, razpoložljivosti in celovitosti podatkov,
- kibernetika varnost in skladnost z zakonodajo,



	CAPEX OPEX Koristi	Kategorija	Podkategorija	Postavka	Obseg Opis	KPI	Enota	Časovno obdobje	
OPEX_EVT	1	OPEX	IT sistemi	EVT	EVT Platforma	Upravljanje in vzdrževanje EVT platforme (infrastruktura, aplikativni sloj, obratovanje, nadgradnje)	Strošek upravljanja EVT platforme/leto	EUR/leto	letno
OPEX_EVT	2	OPEX	IT sistemi	EVT	API B2B integracije	Upravljanje API dostopa, integracija z deležniki (dobavitelji, agregatorji, operaterji)	Strošek upravljanja API in integracij/leto	EUR/leto	letno
OPEX_EVT	3	OPEX	IT sistemi	EVT	Upravljanje soglasij	Upravljanje pooblastil, soglasij in dostopa tretjih oseb do merilnih podatkov	Strošek upravljanja soglasij in dostopov/leto	EUR/leto	letno
OPEX_EVT	4	OPEX	IT sistemi	EVT	Upravljanje podatkov	Upravljanje, obdelava, agregacija in priprava merilnih podatkov za izmenjavo	Strošek upravljanja in priprave podatkov/leto	EUR/leto	letno
OPEX_EVT	5	OPEX	IT sistemi	EVT	Zagotavljanje kakovosti podatkov	Nadzor kakovosti, razpoložljivosti in celovitosti podatkov (validacija, monitoring, SLA)	Strošek zagotavljanja kakovosti podatkov/leto	EUR/leto	letno
OPEX_EVT	6	OPEX	IT sistemi	EVT	Kibernetska varnost in skladnost	Upravljanje varnosti, zaščita podatkov, upravljanje incidentov, identitete, skladnost z zakonodajo (GDPR, EU regulativa)	Strošek kibernetske varnosti in skladnosti/leto	EUR/leto	letno
OPEX_EVT	7	OPEX	IT sistemi	EVT	Podpora uporabnikom in deležnikom	Podpora uporabnikom sistema (B2B, B2C), upravljanje dogodkov, helpdesk	Strošek podpore uporabnikom in deležnikom/leto	EUR/leto	letno
CAPEX_EVT	1	CAPEX	IT sistemi	EVT	Gljna arhitektura in prenova EVT / operativnega podatkovnega sloja	Arhitekturna ločitev tržno-obračunske in obratovalne podatkovne poti	Izvedena ciljna arhitektura, pokritost primerov uporabe (Use-Case)	EUR	enkratno
CAPEX_EVT	2	CAPEX	IT sistemi	EVT	Pretočna podatkovna platforma	Obdelava podatkovnih tokov blizu realnega časa		EUR	enkratno
CAPEX_EVT	3	CAPEX	IT sistemi	EVT	Časovno-serijska hramba, podatkovno jezero/lakehouse	Hramba velikih količin 15-min, 10-min ali gostejših podatkov	strošek/milijon zapisov, čas poizvedbe	EUR	enkratno
CAPEX_EVT	4	CAPEX	IT sistemi	EVT	API gateway, event broker, B2B/MQ razširitve	API gateway, event broker, agregatorji in operativni sistemi	št. integracij, razpoložljivost API	EUR	enkratno
CAPEX_EVT	5	CAPEX	IT sistemi	EVT	Visoka razpoložljivost, DR, spoznavnost	Zanesljivo obratovanje kritičnih podatkovnih storitev	RTO, RPO, SLA	EUR	enkratno
CAPEX_EVT	6	CAPEX	IT sistemi	EVT	Kibernetska varnost, IAM, PKI, SIEM/SOC integracija	Zaščita obratovalnih in osebnih podatkov	EPRI SPS-S (št. incidentov, čas odziva, ...)	EUR	enkratno
CAPEX_EVT	7	CAPEX	IT sistemi	EVT	Integracija z DMS/ADMS/SCADA/OMS in sistemi prožnosti	Uporaba podatkov za obratovanje in omejitve	št. operativnih integracij, uspešnost prenosa	EUR	enkratno
OPEX_EVT	8	OPEX	IT sistemi	EVT	Upravljanje podatkovnih tokov blizu realnega časa	Dnevno obratovanje pretočnih storitev	EUR/leto, SLA, zakasnitev	EUR	letno
OPEX_EVT	9	OPEX	IT sistemi	EVT	24/7 nadzor, incidenti, SLA upravljanje	Neprekinjeno spremljanje kritičnih storitev	MTR, število incidentov	EUR	letno
OPEX_EVT	10	OPEX	IT sistemi	EVT	Upravljanje podatkovnih modelov, MT/MM/DMM in topologije	Pravilna vezava podatkov na merilne in omrežne entitete	delež pravilno mapiranih entitet	EUR	letno
OPEX_EVT	11	OPEX	IT sistemi	EVT	Upravljanje kakovosti in označevanja podatkov	Ločevanje surovih, predvalidiranih in validiranih podatkov	popolnost, delež nadomeščanja	EUR	letno
OPEX_EVT	12	OPEX	IT sistemi	EVT	Periodični stresni, zmogljivostni in kibernetski testi	Dokazovanje sposobnosti EVT za NMS 2.0	uspešnost testov, kapaciteta	EUR	letno

– podpora uporabnikom in deležnikom sistema.

Takšna razčlenitev omogoča transparentno obravnavo stroškov EVT ter njihovo neposredno povezavo z zahtevami glede kakovosti podatkov, varnosti, interoperabilnosti in razvoja trga.

V kontekstu nadgradnje NMS (NMS 2.0) EVT predstavlja ključni razvojni element, saj mora zagotavljati bistveno višjo časovno razpoložljivost podatkov, večjo fleksibilnost upravljanja dostopov ter podporo novim storitvam in poslovnim modelom. Posledično bodo operativni stroški EVT vse bolj odvisni od zahtev glede zmogljivosti, razpoložljivosti in funkcionalne razširljivosti sistema.

Na podlagi obstoječih funkcionalnosti EVT ni mogoče predpostaviti, da obstoječa platforma brez večje nadgradnje izpolnjuje zahteve NMS 2.0 za obdelavo podatkov blizu realnega časa in podporo obratovanju distribucijskega omrežja. Zato mora CBA poleg scenarija nadaljnjega obratovanja in postopne nadgradnje obstoječega EVT obravnavati tudi scenarij vzpostavitve novega oziroma bistveno nadgrajenega operativnega podatkovnega sloja. Ta scenarij mora vključevati CAPEX za arhitekturno prenavo, pretočno obdelavo, časovno-serijsko hrambo, visoko razpoložljivost, kibernetsko varnost in integracijo z operativnimi sistemi, ter pripadajoči OPEX za 24/7 obratovanje, upravljanje kakovosti podatkov in zagotavljanje dogovorjenih SLA.

#33	<p>Ali menite, da so ključne komponente in sloji NMS – merilne naprave, komunikacijska plast, koncentratorji, HES, POMP in EVT – ustrezno zajeti, strukturirani in medsebojno razmejeni kot vhod za izvedbo CBA [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite: npr. katere komponente manjkajo, kje je razmejitev nejasna oziroma kje prihaja do prekrivanja]:</p>
-----	--

#34	<p>Ali menite, da so za posamezne komponente NMS ustrezno identificirani relevantni stroškovni elementi – CAPEX in OPEX – ter ustrezno razdeljene funkcije in stroški med merilne naprave, komunikacijsko plast, koncentradorje, HES, POMP in EVT [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, navedite manjkajoče stroškovne kategorije oziroma neustrezno alokacijo stroškov]:</p>
#35	<p>Ali menite, da so arhitekturni pristopi oziroma razporeditev funkcij med komponentami NMS ustrezno povezani s ključnimi funkcionalnostmi NMS 2.0 in pričakovanimi koristmi za CBA, na primer z dinamičnimi tarifami, DR/DSM, podatkovnimi storitvami in operativno uporabo merilnih podatkov [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, navedite, katere funkcionalnosti, koristi ali arhitekturne povezave niso dovolj jasno opredeljene]:</p>
#36	<p>Ali menite, da je primerjava scenarijev NMS 1.0 in NMS 2.0 ustrezno zastavljena z vidika razmerja med stroški nadgradnje komunikacijske oziroma aplikativne plasti ter koristmi izboljšane kakovosti, razpoložljivosti in uporabnosti merilnih podatkov [DA/NE/Delno]?</p> <p>[Če ste odgovorili z NE/Delno, prosimo, utemeljite]:</p>
#37	<p>Predlog [Za poglavje 6 in njegova podpoglavja oz. posamezne razdelke lahko podate ločen predlog/pripombo]:</p> <p>Utemeljitev [Vsak predlog/pripombo utemeljite]:</p>

7 Reference

- [1] Izhodišča za študijo stroškov in koristi evolucije naprednega merilnega sistema v Sloveniji (Področje merjenja električne energije), javno posvetovanje, Agencija za energijo. 2026.
- [2] Direktiva 2014/32/EU o harmonizaciji zakonodaj držav članic v zvezi z dostopnostjo merilnih instrumentov na trgu (prenovitev)
- [3] Direktiva (EU) 2026/706 o spremembi Direktive 2014/32/EU glede merilnih sistemov za opremo za polnjenje električnih vozil in naprav za polnjenje s stisnjanim plinom ter števecv električne energije, plinomerov in merilnikov toplotne energije
- [4] Razvid tipov pametnih števecv. Tipi pametnih števecv, ki so pri uporabnikih distribucijskega sistema v Sloveniji nameščeni na segmentu gospodinjstva in malega poslovnega odjema po generaciji leta 2005. SODO. April 2018.
- [5] Nabor merilne opreme. SODO. Junij 2020.
- [6] Specifikacije vmesnika I1. SONDSEE Priloga 10 (Navodilo za vzporedni dostop do merilnih podatkov). September 2024.
- [7] SONDSEE Priloga 12 (Navodilo za nadomeščanje merilnih in obračunskih podatkov). September 2024.
- [8] Načrt uvedbe naprednega merilnega sistema v elektrodistribucijskem sistemu Slovenije. April 2016.
- [9] BAT. Best Available Techniques Reference Document for Cyber-security and privacy of the 10 minimum functional requirements of the Smart Metering Systems. November 2016.
- [10] CEN/CLC/ETSI/TR 50572. Technical Report. Functional reference architecture for communications systems in smart metering systems. December 2011.
- [11] DNV KEMA, KORONA. Analiza stroškov in koristi uvedbe naprednega merjenja v Sloveniji. Končno poročilo. Marec 2014.
- [12] Poročilo komisije 2012/148/EU o pripravah za uvedbo pametnih merilnih sistemov. Marec 2012.
- [13] E-Control. »Unsere Energie öffnet neue Wege«. Bericht zur Einführung von Intelligenten Messgeräten in Österreich 2025. Berichtsjahr 2024. 2025.
- [14] Poročilo o izvajanju načrta uvedbe naprednega merilnega sistema za leto 2024. ELES, december 2025.
- [15] Study on cost benefit analysis of Smart Metering Systems in EU Member States (Final Report). DGENER. 2015.
- [16] Tehnične zahteve za merilno in komunikacijsko opremo JN MKO. Sistemski števcvi | Podatkovni zbiralniki. November 2022.
- [17] Načrti uvedbe naprednega merilnega sistema 2.0. Smernice za nadgradnjo obstoječega modularnega naprednega merilnega sistema z uporabo sodobnih tehnologij za izpolnjevanje zahtev uporabnikov in zakonodaja. GIZ Zbornik 2024.
- [18] Načrt uvedbe naprednega merilnega sistema v elektrodistribucijski sistem Slovenije. Strokovne podlage. EIMV | FERI. Študija 2315/II (v3). Junij 2016.



Razvid kratic in okrajšav

	Izvornik	Prevod	Opomba
3G/4G/5G	Generacije javnih mobilnih omrežij		Generacije mobilnih omrežij, ki se lahko uporabljajo za WAN povezljivost merilnih naprav, konceptorjev ali komunikacijskih prehodov.
AMI	Advanced Metering Infrastructure	Napredni merilni sistem	V obsegu tega dokumenta napredne merilne naprave
AMI+		Zmogljivejši napredni merilni sistem	V obsegu tega dokumenta zmogljivejša generacija naprednih merilnih naprav
AMI++	Next Generation AMI	Napredni merilni sistem naslednje generacije	V obsegu tega dokumenta naslednja generacija naprednih merilnih naprav
AMR	Advanced/Automatic Meter Reading	Napredno/Samodejno daljinsko odbiranje	Merilna naprava z naprednim/samodejnim daljinskim odbiranjem
B2B	Business to Business	Medpodjetniško elektronsko poslovanje	
B2C	Business to Consumer	Elektronsko poslovanje s strankami	
B2G	Business to Government	Elektronsko poslovanje podjetij z upravo	
BHEE		Baterijski hranilnik Električne energije	
CBA	Cost Benefit Analysis	Analiza stroškov in koristi	
dCO_{PPM}		Dosežena (realizirana) cenovna odzivnost PPM	
DLMS/COSEM	Device Language Message Specification /Companion Specification for Energy Metering	Standard za izmenjavo merilnih podatkov o električni energiji	
DR	Demand Response	Prilagajanje odjema	Pomeni spremembo odjema električne energije pri končnem odjemalcu glede na tržni, cenovni ali obratovalni signal) Gre za ožji pojem znotraj širšega koncepta DSM.
DSM	Demand Side Management	Upravljanje odjema	Ob DR vključuje tudi druge ukrepe za usmerjanje, optimizacijo in aktivacijo porabe na strani uporabnikov
EDI	Electronic Data Interchange	Elektronska izmenjava podatkov	
EMS	Energy Management System	Sistem za upravljanje z energijo	
EV	Electric Vehicle	Električno vozilo	

EVT		Enotna vstopna točna nacionalnega podatkovnega vozlišča	
GSM/GPRS	Global System for Mobile Communications/ General Packet Radio Service		Starejša 2G mobilna tehnologija in pripadajoča paketna podatkovna storitev, uporabljena za osnovni daljinski prenos merilnih podatkov oziroma kot prehodna/fallback rešitev.
HAN	Home Area Network	Omrežje na domu (Domače omrežje)	
HES	Head End System	Centralni sistem za zajem podatkov iz pametnih števec	
IDIS	Interoperable Device Interface Specification	Specifikacija vmesnika interoperabilne naprave	
IoT	Internet of Things	Internet stvari	
LAN	Local Area Network	Lokalno omrežje	
<i>Load Factor_E</i>		Faktor obremenitve	
LoRaWAN	Long Range Wide Area Network		Brezžična LPWAN tehnologija za daljinski prenos majhnih količin podatkov z nizko porabo energije; v NMS predvsem možna tehnologija dostopnega omrežja.
LP	Load Profile	Profil odjema	
LPWAN/LPWA	Low-Power Wide-Area Network /Low-Power Wide-Area	Širokopodročna komunikacijska tehnologija z nizko porabo energije	Širokopodročne brezžične tehnologije z nizko porabo energije, namenjene povezovanju velikega števila merilnih, senzorskih in IoT naprav z majhnimi količinami podatkov.
LTE	Long Term Evolution		Mobilna tehnologija 4G, uporabljena za neposredno ali posredno povezavo merilnih naprav oziroma konceptorjev z nadrejenimi sistemi.
LTE-M	LTE Cat-M1		Mobilna LTE IoT tehnologija za M2M komunikacije, z večjo zmogljivostjo in nižjo zakasnitvijo kot NB-IoT.
M2M	Machine to Machine	Vzajemna povezava med napravami	
MID	Measuring Instruments Directive	Direktiva o merilnih instrumentih	
NAN	Near-me Area Network	Bližnje omrežje	
NB-IoT	Narrowband Internet of Things	Ozkopasovni IoT	Ozkopasovna mobilna IoT tehnologija za zanesljivo povezovanje naprav z manjšo količino podatkov, zlasti na mestih s slabšo prodornostjo radijskih signalov.



NMS	Advanced Metering Infrastructure	Napredni merilni sistem	
OE_{PPM}		Operativna elastičnost PPM	
ODS	DSO	Operater distribucijskega omrežja	
OPS	TSO	Operater prenosnega omrežja	
OVE	Distributed Energy Resources	Obnovljivi viri energije	
PLC	Power Line Communication	Komunikacija po elektroenergetskih vodih	
POMP		Platforma za napredno obdelavo merilnih podatkov	
PPM		Prezemno predajno mesto	
PP_{PPM}		Potencial prožnosti PPM	
PV	Photo Voltaic	Fotovoltaika, Fotonapetostni moduli	Sončna elektrarna
RF Mesh	Radio Frequency Mesh	Radijsko mrežno omrežje	
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	Sistem za nadzor in pridobivanje podatkov	
SG TF EG2	Smart Grid Task Force Expert Group 2		
TČ		Toplotna črpalka	
VEE	Validation Estimation and Editing	validacija, nadomeščanje in urejanje merilnih podatkov	
VPN	Virtual Private Network	Navidezno zasebno omrežje	
WAN	Wide Area Network	Prostrano omrežje	
Wi-SUN	Wireless Smart Utility Network		Brezžična komunikacijska tehnologija za pametna infrastrukturna omrežja, primerna za povezovanje velikega števila merilnih in omrežnih naprav.