



Nadgradnja in vzdrževanje dinamičnega simulacijskega prometnega modela za NCUP

Verzija 10: 23.2.2024

KAZALO

1	UVOD	3
2	PREDMET NALOGE	4
3	NAMEN IN CILJ	4
4	OSNOVE IN IZHODIŠČA	6
5	METODOLOGIJA	7
6	PREDAJA NADGRAJENEGA IN POSODOBLJENEGA DINAMIČNEGA SIMULACIJSKEGA PROMETNEGA MODELA IN OSTALE OBVEZNOSTI IZDELOVALCA	8
7	STROJNA IN SISTEMSKA PROGRAMSKA OPREMA MZI, NCUP	10
8	NEFUNKCIONALNE IN METODOLOŠKE ZAHTEVE	10

1 UVOD

Upravljanje in vodenje prometa v Sloveniji ni optimalno, ker vsak upravljavec skrbi za svoj del cestnega omrežja, med njimi pa ni ustrezne komunikacije. Sedanji sistemi upravljanja in vodenja prometa niso razviti do takšne stopnje, da bi bilo vodenje in upravljanje prometa zadovoljivo tako za uporabnike kot upravljavce prometne infrastrukture, zato jih je potrebno nadgraditi. Novo ureditev sistema upravljanja in vodenja prometa na nacionalni ravni potrebujemo predvsem zato, da se izboljša učinkovitost celotnega prometnega sistema Slovenije ter da se dosežejo postavljeni cilji, ki zagotavljajo izpolnitev vizije Nacionalnega centra za upravljanje prometa ter s tem uresničevanje Strategije razvoja prometnega sistema v RS.

Vizija vodenja in upravljanja prometa v Sloveniji pomeni zagotavljanje celovitega vodenja in upravljanja prometnega sistema na trajnostni način. Cilji so večja prometna varnost, manj zastojev, nižji skupni stroški prevoza potnikov in blaga, manjši vplivi na okolje, obveščenost uporabnikov o prometnih razmerah v realnem času ter učinkovitejše vodenje in upravljanje prometnega sistema.

Koristi, ki jih prinaša celovito upravljanje in vodenje prometa, so zmanjšanje števila prometnih nesreč, zmanjšanje zastojev, manjša poraba goriva in s tem nižji ogljični odtis, krajši potovalni čas ter bolj optimalno izkoriščena obstoječa prometna infrastruktura.

Z namenom preseganja obstoječega neoptimalnega stanja je zakonodajalec, Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo, na podlagi Zakona o cestah (Ur. l. RS, 109/2010, 48/2012, 36/2014 – odl. US, 46/2015, 10/2018 in 123/2021 – ZPrCP-F) ustanovil Nacionalni center za upravljanje prometa (v nadaljevanju NCUP). NCUP je osrednji in hkrati najvišji strateški organ na področju upravljanja prometa v Sloveniji.

S celovitim prometnim modelom v okviru NCUP bo zagotovljeno ustrezno vodenje in upravljanje prometa, s katerim bo možno doseči zastavljene cilje: izboljšati mobilnost in dostopnost, izboljšati prometno varnost in zmanjšati okoljske obremenitve. Z izpolnitvijo teh ciljev bo zagotovljeno celovito upravljanje in vodenje prometa na trajnostni način.

Poleg enovitega vodenja sistema upravljanja prometa na nacionalnem in mednarodnem nivoju ima NCUP zelo pomembno nalogo, in sicer zagotavljati informacije o prometu v realnem času za vse uporabnike, kot to predvideva delegirana uredba komisije EU o dopolnitvi Direktive 2010/40/ES Evropskega parlamenta in Sveta v zvezi z opravljanjem storitev zagotavljanja prometnih informacij v realnem času pa vsej EU (C(2014) 9672 final).

Za kvalitetno opravljanje te naloge se v okviru NCUP nadgrajuje in posodablja obstoječi informacijski sistem, ki bo za celotno prometno omrežje zagotavljal informacije o trenutnih prometnih razmerah (hitrost, nivo uslug, število vozil) v realnem času in napovedi prometa za prihodnost.

Vzpostavitev celotnega sistema NCUP vključuje naslednje naloge:

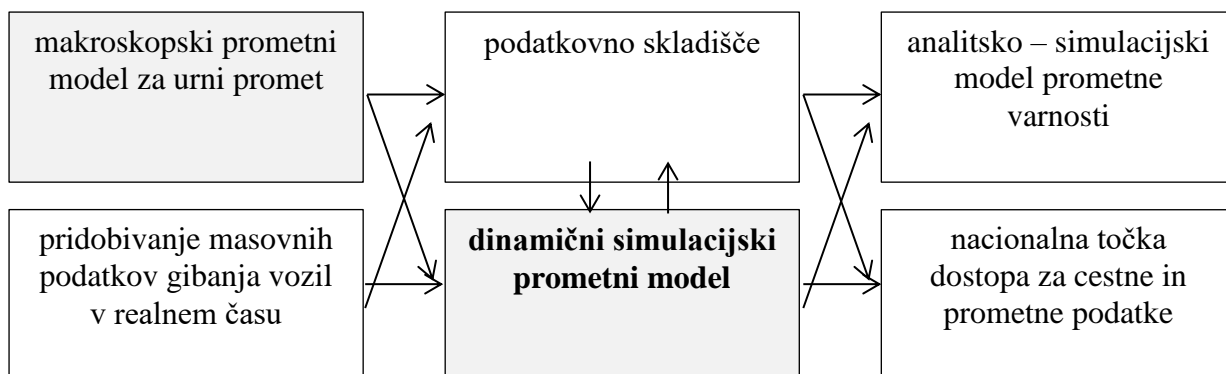
- integracija obstoječih sistemov v NCUP;
- vzpostavitev podatkovnega skladišča;
- pridobivanje masovnih podatkov gibanja vozil v realnem času;
- izdelava makroskopskega prometnega modela za urni promet in vzpostavitev dinamičnega simulacijskega prometnega modela;
- zagotovitev delovanja analitsko – simulacijskega modela prometne varnosti,
- vzpostavitev nacionalne točke dostopa za cestne in prometne podatke.

Ko bo NCUP dokončno vzpostavljen, bo deloval v celotnem obsegu in bo opravljal naslednje naloge:

- vodenje sistema delovanja NCUP;
- delovanje kot najvišja javna avtoriteta na nacionalnem nivoju za spremljanje in upravljanje prometa ter informiranje v prometu za omrežje državnih cest;
- upravljanje s podatkovnim skladiščem;
- analiziranje prometnih razmer;
- zagotavljanje in distribucija podatkov v realnem času;
- koordiniranje operativnega in strateškega mednarodnega sodelovanja na nivoju javnih avtoritet;
- koordiniranje vseh deležnikov pri upravljanju prometa;
- vzdrževanje in nadgradnja sistema NCUP;
- posvetovalno telo in standardizacijska tehnična pisarna za ITS sisteme in storitve;
- nacionalna enovita točka dostopa;
- nadaljeval razvoj sistema tudi z možnostjo integracije storitev javnega potniškega prometa.

2 PREDMET NALOGE

Predmet te naloge je le ena izmed vseh nalog, ki so pomembne za delovanje NCUP, in sicer delovanje dinamičnega simulacijskega prometnega modela. Delovanje dinamičnega simulacijskega prometnega modela bo zagotovljeno z njegovo nadgradnjo, posodabljanjem vhodnih podatkov in vzdrževanjem njegovega optimalnega delovanja. Optimalno delovanje dinamičnega simulacijskega prometnega modela bo pripomoglo k učinkovitejšemu odzivanju na načrtovane in nenačrtovane motnje v prometu ter omogočilo aktivno upravljanje prometa v realnem času.



3 NAMEN IN CILJ

Dinamični simulacijski prometni model zagotavlja informacije o prometnih tokovih v realnem času in predstavlja orodje za napovedovanje prometnih obremenitev ter upravljanje prometa. Na osnovi simulacije dejanskega stanja prometnih razmer (število vozil, hitrost prometnega toka) dinamični simulacijski prometni model predlaga optimalne potovalne poti v primeru vseh omejitev in upravljavca opozarja na nastanek zastojev na prometnem omrežju.

Dinamični simulacijski model je trenutno izdelan tako, da na osnovi rezultatov makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela in na osnovi dejanskih prometnih podatkov (števcu prometa, naprave za sledenje vozil, ipd.), dejanskega stanja prometnega omrežja (omejitve, zapore, nesreče) in vremenskih razmer (vnesenih kot dogodki) v realnem času simulirane prometne razmere:

- za sedanje (trenutno) stanje,
- za stanje v prihodnosti (do ene ure) glede na trenutne prometne razmere in

- za različne scenarije odvijanja prometa kot pomoč pri odločitvah pri upravljanju s prometom v primeru predvidenih in izrednih dogodkov.

Z namenom doseganja ciljev NCUP - izboljšanja mobilnosti in dostopnost, izboljšanja prometne varnosti in zmanjšati okoljske obremenitve je potrebno obstoječi dinamični simulacijski model nadgraditi z naslednjo vsebino:

- najmanj ena posodobitev v vsakem kvartalu leta z osveženimi podatki obstoječega makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela za urni promet (redne posodobitve obstoječega makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela ni naloga izvajalca v sklopu tega naročila), ki odražajo stanje v prometu in prometni infrastrukturi v preteklem koledarskem letu (mejniki M₄, M₁₁, M₁₇...).
- nadgraditi z orodjem za srednjeročno simulacijo prometnih razmer (t.i. »Mid-Term Forcaste (MTF)«), ki omogoča napoved prometa za do 24 ur v naprej in za do 7 dni v naprej, z upoštevanjem vnesenih dogodkov (mejnik M₂),
- nadgraditi z orodjem za simulacijo velikih, s prometnimi razmerami povezanih dogodkov (t.i. »Operational planning«), ki izboljšuje natančnost prometnih napovedi v primerih načrtovanih in nenačrtovanih dogodkov (vzdrževalna dela, prireditve, športni dogodki in podobno) (mejnik M₃),
- nadgraditi z avtomatiziranim vnosom načrtovanih in izrednih dogodkov, po standardu DATEX II V3.3. Vse dogodke (»events«) in dela na cesti (»roadworks«) mora dinamični model prevzemati iz Nacionalne točke dostopa do prometnih podatkov (www.nap.si) (mejnik M₁);
- nadgraditi z vmesnikom za uvoz in obdelavo različnih vrst FCD podatkov (kot na primer surovi FCD, agregirani (»fused«) FCD...) (mejnik M₆),
- nadgraditi z orodjem za napovedi delovanja javnega potniškega prometa (t.i. »Public Transport ETA«), ki zagotavlja napredne funkcionalnosti za javni potniški promet (napoved prihoda vozil na postajališča, opozorila za prestopne čase, upravljanje dogodkov v JPP) (mejnik M₅);
- nadgraditi s funkcionalnostjo prevzemanja podatkov enoletne prometne napovedi avtocestnega operaterja DARS za dolgoročno napovedovanje in simulacijo prometnih razmer v okviru MTF (mejnik M₇),
- nadgraditi z avtomatiziranim vnosom podatkov (kot na primer: obvestila in omejitve na avtocestnih portalih) iz sistema nadzora in vodenja prometa (SNVP) po standardu DATEX II V3.3 (mejnik M₈),
- nadgraditi z avtomatiziranim vnosom podatkov o vremenskih razmerah, pridobljenih iz ARSO ali primerljivih (kot na primer: megla, dež, sneg, nevihta, močan veter) (mejnik M₉);
- nadgraditi z vmesnikom za čezmejno povezavo z dinamičnimi simulacijskimi prometnimi modeli sosednjih držav (npr. Madžarske, Hrvaške...) (mejnik M₁₀);
- nadgraditi z orodjem za zaledno izračunavanje multimodalnega usmerjanja prometa (t.i. »hyperpath«), ki poišče optimalno pot in zagotavlja izračun potovanj s kolesom, z javnim potniškim prometom in privatnim prometom, vključno s stroški predlaganih potovanj in z upoštevanjem predvidenih in nepredvidenih prometnih dogodkov ter preračuna cone dostopnosti v z različnimi prevoznimi sredstvi v prednastavljenem času. To orodje bo delovalo kot podpora multimodalnem načrtovalniku poti (www.atob.si), ki ga razvija NCUP. Orodje bo delovalo v ozadju sistema načrtovalnika potovanj mora posredovati podatke za izračun optimalnih poti (mejnik M₁₂);
- nadgraditi z vmesnikom za avtomatiziran prevzem (»pull«) podatkov iz Nacionalne evidence zapor (NEZ), ki bo vsebovala podatke o planiranih in potrjenih zaporah cest (mejnik M₁₃);
- nadgraditi z vmesnikom za avtomatiziran prevzem podatkov o semaforških ciklih iz semaforiziranih križiščih državnega cestnega omrežja (okoli 200 križišč) (mejnik M₁₄):
 - o podatke o semaforških ciklih bo dinamični prometni model upošteval v svoji izračunih;
 - o podatki o semaforških ciklih bodo v dinamičnem prometnem modelu prikazani kot samostojen sloj preko katerega bo možen vpogled v trenutna stanja semaforških ciklov (po vzoru števecv prometa);

- nadgraditi z avtomatiziranim vnosom prometne signalizacije – prepovedi in omejitve v TN-ITS formatu (mejniki M₁₅);
- nadgraditi s funkcionalnostjo za izračun in prikaz izpusta CO₂ (t.i. »CO₂ footprint«) celotnega prometnega omrežja Slovenije in v orodju za zaledno izračunavanje multimodalnega usmerjanja prometa (mejniki M₁₆).

Dinamični simulacijski prometni model prikazuje dejanske prometne razmere in omogoča izdelavo nadaljnjih aktivnosti in analiz, ki so potrebne za upravljanje prometnega sistema.

Dinamični simulacijski prometni model zagotavlja naslednje rezultate v tabelarični obliki, za vse homogenizirane prometne odseke v dolžini 100 m za državno in lokalno cestno omrežje za vsakih pet minut ločeno po smereh:

- povprečna (trenutna) hitrost prometnega toka;
- povprečni čas vožnje;
- število vozil/h po strukturi vozil;
- nivo uslug po metodologiji HCM 2010;
- dolžina kolone.

Dinamični simulacijski prometni model temelji na programskem orodju PTV Optima, vse posodobitve in nadgradnje obstoječega Dinamičnega simulacijskega prometnega modela morajo biti narejene z navedenim orodjem.

4 OSNOVE IN IZHODIŠČA

Podatki, ki jih bo zagotovil Naročnik in predstavljajo osnovo za izvajanja posodobitev in nadgradenj dinamičnega simulacijskega prometnega modela v realnem času, bodo zagotovljeni iz:

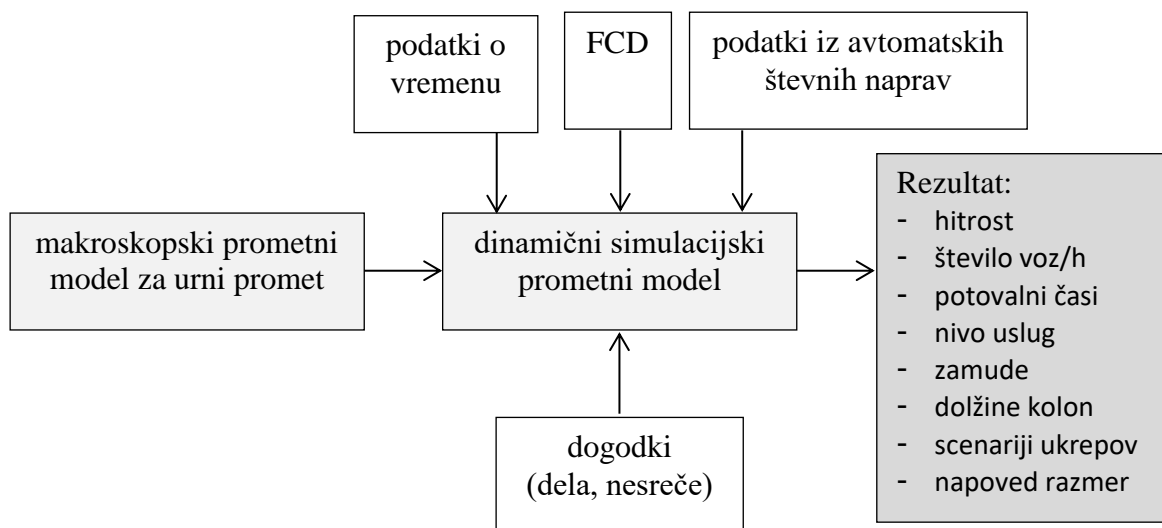
- 1) podatkovnega skladišča:
 - digitalni zemljevid celotnega prometnega omrežja Slovenije skladna s kategorizacijo državnih in občinskih javnih cestnih odsekov po BCP ter železniškega omrežja skladno s kategorizacijo prog Slovenskih železnic (izdelovalcu bo na voljo najkasneje 5 mesecev po podpisu pogodbe);
 - podatki iz banke cestnih podatkov za državno in občinsko cestno omrežje (širina in število voznih pasov, oblika križišč, semaforški ciklusi, omejitve hitrosti, omejitve vožnje za določene kategorije vozil, ipd);
 - rezultati iz avtomatskih števecv prometa in kamer na slovenskem državnem in občinskem cestnem omrežju;
 - podatki o vremenu;
 - podatki o načrtovanih dogodkih,
 - podatki o izrednih dogodkih;
- 2) Nacionalne točke dostopa do prometnih podatkov:
 - Dogodki (DATEXII)
 - Delo na cesti (DATEXII)
 - Prepovedi in omejitve (prometna signalizacija) v formatu TN-ITS
 - Alert-C Lokacijska tabela
 - Vremenske postaje (DATEXII)
 - Vozni redi JPP (v NeTeX formatu)
 - Javna parkirišča (DATEXII)
- 3) obstoječega makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela:
 - prometno omrežje s coningom;
 - matrike prometnih teženj po urah za delavniški in nedelavniški dan;
 - število vozil na odsekih;
 - semaforški ciklusi;
 - razmerje voženj skozi križišča (t.i. turn probabilities);
- 4) naprav/platforme za masovno zbiranje podatkov o gibanju vozil (FCD – Floating Car Data):

- povprečne hitrosti vozil za vsako minuto za vse homogenizirane prometne odseke v dolžini 100 m;
- 4) sistema IJPP;
- lokacije vozil;
 - vozni redi;
 - itinerarji z lokacijami postajnih točk ter postajališč in postaj;
 - podatki o potnikih (število potnikov po tipu vozovnice, kodi vozovnice in vstopnimi postajališči);

5 METODOLOGIJA

Pri izvajanju posodobitev in nadgradenj dinamičnega simulacijskega prometnega modela je treba upoštevati vhodne podatke:

- Prometno omrežje, coning in navezava con na prometno omrežje v dinamičnem simulacijskem prometnem modelu se privzame iz makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela za urni promet in mora biti najmanj tako natančno kot v makroskopskem 4-stopenjskem prometnem modelu.
- Pri simulacijah v dinamičnem simulacijskem prometnem modelu je treba uporabiti matrike urnega prometa iz makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela za urni promet, pri čemer je treba zagotoviti, da je uporabljena ustrezna matrika za določeno uro in dan v tednu.
- Za posamezno simulacijo v dinamičnem simulacijskem prometnem modelu je treba uporabiti podatke o hitrosti iz platforme za masovno zbiranje podatkov FCD in podatke o hitrosti in številu vozil iz avtomatskih števnih naprav na državnem cestnem omrežju. Podatki iz naprav za sledenje vozil in podatki iz avtomatskih števnih naprav so na voljo za vsako minuto. Ti podatki služijo za kalibracijo in validacijo dinamičnega simulacijskega prometnega modela, za katerega so osnova za delovanje matrike urnega prometa iz makroskopskega prometnega modela.
- Pri simulacijah v dinamičnem simulacijskem prometnem modelu je treba upoštevati vremenske razmere, ki vplivajo na hitrost vozil (npr. megla, poledica, nevihte, ipd.).
- V primeru predvidenih ali nepredvidenih (izrednih) dogodkov na prometnem omrežju je treba le te upoštevati pri simulacijah v dinamičnem simulacijskem prometnem modelu.



Simulacija v dinamičnem simulacijskem prometnem modelu poteka na naslednji način:

- Simulacija je izvedena v realnem času, kar pomeni, da mora biti izvedena na osnovi trenutnih razmer na prometnem omrežju in da se mora nenehno posodabljati ocena o stanju prometnega omrežja.
- V času t , ko sistem prejme podatke (npr. FCD in podatki iz avtomatskih števnih naprav), se začne izvajati simulacija, ki mora biti izvedena najkasneje v petih minutah. Po zaključku simulacije se rezultati shranijo v podatkovno skladišče, nato (najkasneje v času $t+5$ minut) se

začne izvajati nova simulacija z novimi podatki o razmerah na prometnem omrežju. Celotni opisani proces je avtomatiziran.

- V primeru nepredvidenih (izrednih) dogodkov je omogočeno, da se trenutno aktivno simulacijo, ki se izvaja s podatki pred izrednim dogodkom, prekine in se začne izvajati nova simulacija na osnovi zadnjih podatkov, ki vključujejo podatek o izrednem dogodku.
- Dinamični simulacijski prometni model ima trenutno možnost napovedovanja stanja na prometnem omrežju do 1 ure vnaprej, s predvidenimi nadgradnjami pa bodo možne napovedi do enega leta vnaprej ter analize različnih scenarijev optimalnega vodenja prometa v primeru različnih predvidenih in nepredvidenih dogodkov.

Dinamični simulacijski prometni model zadošča naslednjim pogojem:

- Celotno cestno prometno omrežje v dinamičnem simulacijskem prometnem modelu je razdeljeno na pododseke v dolžini 100 m, da je zagotovljena skladnost z vhodnimi podatki iz naprav za sledenje vozil (FCD) in zahtevanimi rezultati dinamičnega simulacijskega prometnega modela.
- V primeru nadgradnje ali posodobitve makroskopskega prometnega modela za urni promet in vključitvi drugih podatkovnih virov mora dinamični simulacijski prometni model omogočati integracijo vseh sprememb.
- Dinamični simulacijski prometni model mora v prihodnosti omogočiti integracijo podatkov javnega potniškega prometa ter informacije o lokacijah in zasedenosti javnih parkirišč.
- Dinamično obremenjevanje (možnost preračunavanja na 5 min).
- Dinamični simulacijski prometni model mora biti izdelan kot stohastični simulacijski model z uporabo ravnovesne metode dinamičnega obremenjevanja (Dynamic Traffic Assignment), ki predstavlja vmesno stopnjo med makroskopskimi poenostavljenimi in podrobnimi mikroskopskimi modeli. Dinamični simulacijski prometni model mora upoštevati vse prvine časovne spremenljivosti prometnega toka, visoko raven interakcij med uporabniki v prometnem omrežju in omogočati izračun obsežnih prometnih območij v relativno kratkem času (do pet minut).
- Vsi izhodni podatki iz dinamičnega simulacijskega prometnega modela namenjeni za izmenjavo morajo biti v DATEXII formatu z lokacijskim referenciranjem po OpenLR, AlertC, .

6 PREDAJA NADGRAJENEGA IN POSODOBLJENEGA DINAMIČNEGA SIMULACIJSKEGA PROMETNEGA MODELA IN OSTALE OBVEZNOSTI IZDELOVALCA

Izdelovalec mora za posodobitve in nadgradnje dinamičnega simulacijskega prometnega modela upoštevati naslednji termiski načrt:

Mejnik	Predviden rok izvedbe	Opis del
	T_0	Podpis pogodbe
M_1	$T_0 + 1$ mesec	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z avtomatiziranim vnosom načrtovanih in izrednih dogodkov
M_2	$T_0 + 3$ meseci	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z orodjem za srednjeročno simulacijo prometnih razmer.
M_3	$T_0 + 5$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z orodjem za simulacijo velikih, s prometnimi razmerami povezanih dogodkov.
M_4	$T_0 + 6$ mesecev	Prva posodobitev z osveženimi podatki obstoječega makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela za urni promet za leto 2023.
M_5	$T_0 + 7$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z orodjem za napovedi delovanja javnega potniškega prometa.
M_6	$T_0 + 9$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z vmesnikom za uvoz in obdelavo različnih vrst FCD podatkov.
M_7	$T_0 + 10$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z vključenim upoštevanjem podatkov avtocestnega operaterja DARS.
M_8	$T_0 + 12$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z avtomatiziranim vnosom podatkov iz sistema nadzora in vodenja prometa.
M_9	$T_0 + 14$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z avtomatiziranim vnosom podatkov o vremenskih razmerah.
M_{10}	$T_0 + 16$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z vmesnikom za čezmejno povezavo z dinamičnimi simulacijskimi prometnimi modeli sosednjih držav.
M_{11}	$T_0 + 18$ mesecev	Druga posodobitev z osveženimi podatki obstoječega makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela za urni promet za leto 2024
M_{12}	$T_0 + 20$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z vključenim orodjem za zaledno izračunavanje multimodalnega usmerjanja prometa.
M_{13}	$T_0 + 22$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z avtomatiziranim vnosom potrjenih zapor cest iz Nacionalne evidence zapor.
M_{14}	$T_0 + 24$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z avtomatiziranim vnosom podatkov o semaforških ciklih v pomembnejših semaforiziranih križiščih.
M_{15}	$T_0 + 26$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z avtomatiziranim vnosom prometne signalizacije.
M_{16}	$T_0 + 28$ mesecev	Nadgradnja dinamičnega simulacijskega prometnega modela z nadgraditi s funkcionalnostjo za izračun in prikaz izpusta CO ₂ .
M_{17}	$T_0 + 30$ mesecev	Tretja posodobitev z osveženimi podatki obstoječega makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela za urni promet za leto 2025
M_{18}	$T_0 + 32$ mesecev	Začetek tekočega vzdrževanja, ki vključuje posodobitve z osveženimi podatki obstoječega makroskopskega 4-stopenjskega prometnega modela za urni promet vsakih 12 mesecev.
M_{19}	$M_{18} + 36$ mesecev ($T_0 + 68$ mesecev)	Zaključek tekočega vzdrževanja

Naročniku mora biti predano:

- celoten delujoč nadgrajeni dinamični simulacijski prometni model skupaj s pripadajočo programsko opremo z ustreznimi licencami, ki zagotavljajo, da prometni model v celoti deluje;
- izvod poročila o posodobitvah in nadgradnjah dinamičnega simulacijskega prometnega modela v tiskani in digitalni obliki, ki morajo vsebovati podroben opis metodologije njegove izdelave in delovanja;
- izvod navodil za uporabo in delovanje dinamičnega simulacijskega prometnega modela v tiskani in digitalni obliki.

V celotnem času vzdrževanja dinamičnega simulacijskega prometnega modela mora izdelovalec naloge obveščati Naročnika o napredku izdelave naloge z mesečnimi poročili v pisni obliki. Po potrebi, vendar najmanj vsake tri mesece, se mora izdelovalec udeležiti koordinacij z naročnikom v prostorih NCUP v Dragomlju.

V obdobju vsakega 2 mesečnega testiranja mora izdelovalec izvesti izobraževanje strokovnega kadra s področja prometa (v trajanju 80 ur) v NCUP za uporabo dinamičnega simulacijskega prometnega modela. Izobraževanje mora potekati v NCUP v delovnih dneh med 8. in 16. uro. Cilj izobraževanja je, da bo strokovni kader po zaključku izobraževanja sposoben samostojno upravljati in uporabljati dinamični simulacijski prometni model.

Po prevzemu posodobljenega in nadgrajenega dinamičnega simulacijskega prometnega modela mora izdelovalec jamčiti 24 mesečno garancijsko obdobje za odpravo napak.

Po vzpostavitvi posodobljenega in nadgrajenega dinamičnega simulacijskega prometnega modela je treba za obdobje treh let zagotoviti vzdrževanje licence programskega orodja ter prometnega modela.

Vzdrževanje licence pomeni:

- zagotavljanje vseh posodobitev in nadgradenj programskega orodja, v okviru katerega:
 - o naročniku v roku 10 dni od prejema nove verzije s strani proizvajalca zagotovi najmanj eno nadgradnjo programske opreme letno,
 - o naročnika redno obvešča o popravkih tekoče verzije programa,
 - o pomoč (e-mail, telefon) za uporabnike,
- odpravljanje težav in napak v delovanju programske opreme v roku 14 dni od dne, ko izvajalec prejme pisno obvestilo naročnika, oziroma skladno z dogovorom med Naročnikom in Izvajalcem.

Vzdrževanja prometnega modela pomeni odpravljanje težav in napak v dinamičnem simulacijskem prometnem modelu v roku 14 dni od dne, ko izvajalec prejme pisno obvestilo naročnika, oziroma skladno z dogovorom med Naročnikom in Izvajalcem.

7 STROJNA IN SISTEMSKA PROGRAMSKA OPREMA MZI, NCUP

Vso potrebno operativno strojno in komunikacijsko opremo ter sistemsko programsko opremo zagotovi Nacionalni center za upravljanje prometa pred zaključkom izvedbe del predmetnega javnega naročila.

Za potrebe razvoja in testiranja mora izvajalec vzpostaviti okolje na osnovi lastne strojne in systemske programske opreme, produkcijska rešitev se namesti najkasneje ob zaključku projekta. Izvajalec mora po zaključeni fazi testiranja naročniku posredovati podatke za optimalno konfiguracijo strojne in systemske programske opreme.

Izvajalec mora kjerkoli je to mogoče uporabljati odprtokodne programske rešitve vključno z uporabo programskih jezikov.

8 NEFUNKCIONALNE IN METODOLOŠKE ZAHTEVE

a. Uporabnost

Rešitev mora zagotavljati enostavno (intuitivno) uporabo funkcionalnosti. Kjerkoli je to izvedljivo, mora uporabniku ponuditi takojšen odziv (angl. »*real-time response*«) in biti čim bolj prilagojen učinkoviti uporabi (čim manjše število korakov za izvedbo določenega postopka, čim hitrejši dostop do kakovostnih informacij ...).

b. Razpoložljivost

Razpoložljivost in nekatere ostale karakteristike so zahtevane glede na zahtevano razpoložljivost posameznih funkcionalnosti sistema.

Funkcionalnosti morajo biti razpoložljive 24 ur na dan, vse dni v letu. Funkcionalnosti morajo biti razpoložljive 99 % glede na letno raven. Na letnem nivoju je dopustnih največ 87,6 ur izpada.

Pri zagotavljanju zgornje zanesljivosti posamezen izpad ne sme biti daljši od dveh (2) ur.

Vsaka načrtovana prekinitve delovanja, zaradi npr. nujnih popravkov programske ali strojne opreme, nadgradenj in drugih nujnih del, mora biti naročniku sporočena najmanj tri (3) dni pred dejansko prekinitvijo. V sporočilu mora biti naveden razlog za prekinitve ter čas, v katerem bo izvedena prekinitve.

Zgornje zahteve se nanašajo na razpoložljivost rešitve in storitev, ki tečejo v okviru rešitve, ne pa tudi na zunanje sisteme, s katerimi se rešitev integrira ali povezuje.

c. Zanesljivost

Zaradi zahteve po točnosti podatkov, ki se bodo uporabljali v okviru rešitve, je treba v okviru načrtovanja sistema poseben poudarek nameniti zanesljivosti sistema in njegovih podatkov. V okviru zagotavljanja zanesljivosti je treba zagotoviti več varnostnih in kontrolnih mehanizmov, ki bodo omogočali, da so podatki v sistemu celoviti, točni in odražajo dejansko stanje. Na primer: primerjava vrednosti parametrov uvoženih podatkov z dovoljenimi vrednostmi parametrov (šifranti, tipi, klasifikacije, lokacijske tabele), omejitve in kontrole na nivoju podatkovne baze (constraints).

Visoko zanesljivost je treba zagotoviti tudi na nivoju prenosa podatkov. V okviru prenosa podatkov mora biti zagotovljeno preverjanje celovitosti podatkov (Data Integrity Verification) s funkcijo samodejnega obnavljanja in preprečevanja podvajanja podatkov.

V primeru, da pride do napak ali izpada sistema, mora imeti rešitev zagotovljen mehanizem, ki mu bo omogočal prehod v prvotno stanje.

d. Zmogljivost

Rešitev mora biti zasnovana tako, da bo brez težav sposobna:

- zagotavljati nemoteno delovanje in izvajanje funkcionalnosti na produkcijskem okolju s strojno in sistemsko opremo, predvideno ali ponujeno v okviru tega naročila;
- zagotavljati nemoteno izmenjavo podatkov z zunanjimi informacijskimi sistemi, kot je opredeljeno v funkcionalnih zahtevah;
- Odzivni čas za prikaz izbranih podatkov na zemljevidu, ob postavljenih pogojih in kriterijih, ne sme biti daljši od 3s;
- Odzivni čas za enostavno poizvedbo in izpis prometnih podatkov na zaslon v obliki tabele (npr. Pregled po dveh dimenzijah in treh parametrih) iz podatkovnega skladišča ne sme presežati 1s,
- odzivni čas uporabniškega vmesnika rešitve za pregled podatkov in prikaz poročil, ki se ne nanašajo na prostorske podatke, bo natančno opredeljen v okviru aktivnosti analize in specifikacije zahtev končne rešitve. Zahteva naročnika je, da se v okviru aktivnosti analize in specifikacije zahtev opredeli in uskladi tipe vpogleda v podatke in tipe poročil, način njihove priprave (preko spletnega vmesnika, asinhrona priprava poročil v ozadju, predpriprava poročil itd.) ter zahtevane odzivne čase za posamezno kategorijo. Pri tem mora izvajalec zagotoviti takšne odzivne čase za pripravo vpogledov v podatke in poročila, da bodo omogočali zadovoljivo uporabniško izkušnjo.

V primeru, da izvajalec zahtevanih odzivnih časov ne more doseči, mora identificirati vzrok, ki ga bo obravnaval skupaj z naročnikom. V primeru, da vzrok za performančne težave ne izvira iz drugih sistemov (ki se npr. odzivajo prepočasi pri izmenjavi podatkov itd.), bo moral le-tega odpraviti izvajalec predmetnega naročila.

e. Nadgradljivost

Rešitev mora biti zasnovana na način, ki bo omogočal enostavno (tehnološko nezahtevno) in hitro izvajanje nadgradenj. Arhitekturna in tehnična zasnova morata omogočati dovolj enostavno dodajanje novih sklopov funkcionalnosti, modulov oziroma rešitev, ki bi izhajale iz naslova novih potreb oziroma zahtev naročnika.

f. Skalabilnost

Glede na velik obseg podatkov, ki se bo v prihodnosti še povečeval, mora biti rešitev skalabilna. Povečevanje obsega podatkov ne sme vplivati na poslabšanje zmogljivost sistema.

g. Tehnološke zahteve

Celotna rešitev mora biti predana in nameščena lokalno pri naročniku (on-premises).

Za celotno rešitev, razen za sistemsko programsko opremo, mora biti predana izvorna koda ter izdelana in naročniku predana vsa tehnična dokumentacija v tiskani obliki (1 izvod) in v formatih .docx in .pdf v elektronski obliki.

h. Metodološke zahteve

Vodenje projekta in poročanje na strani izvajalca

Izvajalec je tekom izvajanja projekta dolžan na zahtevo naročnika pripravljati plan izvajanja aktivnosti in poročilo o napredku aktivnosti glede na veljavne terminske plane, poročila revizorjem za potrebe pregleda/revizije, ki jih izvaja naročnik, priporočila za morebitne spremembe in dopolnitve zakonodajnega okvira in druga poročila in strokovna mnenja glede na zahteve naročnika.

Tekom izvajanja aktivnosti, ki so predmet javnega naročila, so predvideni koordinacijski sestanki, ki jih bo vodil vodja projekta na strani naročnika z namenom razreševanja odprtih vsebinskih vprašanj in podajanja pojasnil oziroma usmerjanja pri pripravi izdelkov. Vodja projekta na strani izvajalca se je dolžan redno udeleževati načrtovanih in izrednih koordinacijskih sestankov ter pripraviti zapis dogovorov sestanka. Na zahtevo naročnika ali izvajalca se po potrebi koordinacijskih sestankov udeležijo tudi ostali člani projektne skupine.

Izvajalec redno poroča o svojem delu, ko doseže posamezne mejnike, ki so določeni v tehničnih specifikaciji. Poročilo izvajalec odda v elektronski obliki v verziji, ki jo je mogoče urejati (npr. .doc ali .docx), ter v elektronsko podpisani verziji, ki je ni mogoče spreminjati (npr. .pdf). Poročilo obsega poročilo o opravljenih aktivnostih od začetka projekta s planom aktivnosti do zaključka projekta. Mejniki ter finančna realizacija in plan morata biti podana in razdelana po aktivnostih. V kolikor naročnik določi predlogo mora biti poročilo izdelano v skladu s predlogo. V kolikor naročnik zahteva dopolnitev ali popravek poročila, ga je izvajalec dolžan izvesti v roku 10 dni po naročnikovem pozivu.

Metodologija razvoja in terminski načrt

Izvajalec v prvi fazi izvedbe del po podpisu pogodbe predloži predlog podrobnega terminskega načrta. Zahteve za terminski načrt so naslednje:

- terminski načrt mora obsegati aktivnosti, ki so zajete v Tehnični specifikaciji in mora biti skladen z zahtevami naročnika iz Tehničnih specifikacij. Izvajalec mora pri pripravi terminskega načrta smiselno upoštevati obdobja dopustov, v katerih bodo člani projektne skupine naročnika predvidoma omejeno razpoložljivi v času dopustov;
- predlog terminskega načrta mora vključevati tudi naloge, ki jih bo moral izvesti naročnik ter opis pogojev za izvedbo posameznih aktivnosti, ki jih mora zagotoviti naročnik;
- terminski načrt mora upoštevati časovne roke iz Tehnične specifikacije;
- terminski načrt mora vključevati podrobnejšo razčlenitev aktivnosti glede na podane aktivnosti v tehničnih specifikacijah. Za vsako aktivnost mora biti podan začetek, konec in trajanje;
- predlog terminskega načrta mora naročniku omogočati nadzor nad potekom projekta v časovnem in vsebinskem smislu.

Predlog terminskega načrta bosta naročnik in izvajalec uskladila v prvi fazi izvedbe del po podpisu pogodbe. Usklajen in potrjen podroben terminski načrt bo podlaga za izvajanje in spremljanje napredka projekta.

Izvajalec mora terminski načrt razvoja izvajati skladno z zahtevami in splošno sprejetimi standardnimi metodologijami, ki so v svetu široko uporabljane, konkretna metodologija razvoja programske opreme pa ni predpisana.

Analiza in specifikacija zahtev

Za rešitev mora izvajalec pripraviti podrobno specifikacijo zahtev, s katerimi bodo posledično dosežene višja kakovost, višja učinkovitost in izboljšana koordinacija v razvojnem procesu ter boljši pregled nad napredkom procesa razvoja rešitve.

Izvajalec bo zahteve analiziral neposredno s predstavniki ključnih uporabnikov sistema, pri čemer mora uskladiti njihove morebitne med seboj nasprotujoče si zahteve.

Ključni uporabniki, ki bodo sodelovali pri analizi in specifikaciji zahtev, bodo izvajalcu:

- pojasnili vsebino relevantnih poslovnih procesov in specifične izraze,
- sprejemali odločitve v zvezi z zahtevami (ko bo to potrebno),
- pregledali zahteve, prototipe in ostala gradiva,
- čim prej izvajalcu dali informacijo o spremembi zahtev in upoštevali proces spreminjanja le-teh.

Kot podlago za pripravo specifikacije zahtev mora izvajalec preučiti razpisno dokumentacijo in druge dokumente, ki mu jih preda naročnik.

V okviru specifikacije se pričakuje naslednje:

- pripravljena je v slovenskem jeziku,
- uporabljena terminologija bo prilagojena naročniku,
- izvajalec mora spoznati naročnikovo poslovno področje,
- v specifikaciji zahtev so uporabljena slikovna ter grafična gradiva ter druge tehnike jasnega ponazarjanja tehničnih rešitev, ki so tudi primerno pojasnjene,
- specifikacija zahtev vključuje zahteve glede uporabnosti rešitve.

Če izvajalec oceni, da drugače ne bo mogel zajeti naročnikovih zahtev za rešitev, mora pri pripravi specifikacije uporabiti prototipe.

Izvajalec mora zajeti:

- funkcionalne zahteve,
- nefunkcionalne zahteve (zmogljivost, varnost ...),
- implementacijske zahteve.

Analizirane zahteve mora izvajalec primerjati z zahtevami, podanimi v tem dokumentu ter ostali predani dokumentaciji, in jih po potrebi uskladiti z naročnikom in uporabniki.

Izvajalec mora podati končen predlog podrobne specifikacije rešitve, jo nato uskladiti z naročnikom ter pridobiti njegovo potrditev specifikacije zahtev.

Naročnikove zahteve po uvajanju sprememb specifikacije so neizogibne, zato jih mora izvajalec ustrezno obvladovati. Skozi ves čas razvoja mora izvajalec specifikacijo zahtev ažurirati in ob njegovem zaključku naročniku predati dokument specifikacije zahtev, ki odraža dejansko stanje razvite rešitve.

Implementacija rešitve

Na podlagi usklajenega načrta implementacije bo izvajalec izvedel implementacijo skladno s terminskim načrtom. Aktivnosti implementacije bo sledila aktivnosti stabilizacije funkcionalnosti, ki bo potekala vzporedno s testiranjem funkcionalnosti s strani izvajalca. V okviru stabilizacije bo izvajalec odpravljal napake, ki bodo odkrite v okviru testiranja izvajalca. Na koncu aktivnosti stabilizacije funkcionalnosti mora biti vsa funkcionalnost v skladu s specifikacijo zahtev razvita in ustrezno preverjena s strani izvajalca za predajo naročniku v prevzemno testiranje.

Vzporedno s prevzemnim testiranjem funkcionalnosti bo izvajalec odpravljal morebitne pomanjkljivosti, ki jih bo ugotovila projektna skupina naročnika in vključene institucije.

Namestitve rešitve

Izvajalec bo sodeloval pri nameščanju rešitve na testno in produkcijsko okolje pri naročniku. Nameščanje v testno okolje bo izvajal izvajalec ali po odgovoru skrbnik naročnikove infrastrukture, ki ga bo zagotovil naročnik. Nameščanje v produkcijsko okolje bo v skladu z opredeljenimi pravili izvajal skrbnik naročnikove infrastrukture.

Za celotno rešitev, kakor tudi za vsako namestitev novega modula ali popravka obstoječega modula rešitve mora izvajalec pripraviti ustrezna navodila za namestitvev.

Nove verzije/popravki modulov se najprej namestijo na testno okolje pri naročniku. Odgovorni predstavnik izvajalca opravi najmanj naslednja preverjanja:

- da je bila namestitev opravljena v skladu s izvajalčevimi navodili,
- da rešitev deluje v skladu s funkcionalnimi pričakovanji,
- da je rešitev tudi performančno ustrezna in deluje v skladu s pričakovanji.

Šele na podlagi pozitivnega izida tega potrditvenega testa, izjave odgovornega, da je bil test pozitivno opravljen, se lahko rešitev namesti na produkcijskem okolju. Po namestitvi na produkcijo, izvajalec preveri delovanje na enak način kot je bila narejena verifikacija na testnem okolju. Potrditveni test mora obsegati poleg delovanja same aplikacije tudi delovanje podatkovne zbirke in ustreznost baznih objektov.

Testiranje in zagotavljanje kakovosti

Razvojno okolje in testno okolje za razvojno testiranje izbrani izvajalec vzpostavi bodisi na svoji ali naročnikovi infrastrukturi. Prav tako izvajalec zagotovi uvoz podatkov za testiranje in šolanje testnih uporabnikov v testnem okolju kot tudi pripravo okolja za izvedbo šolanja uporabnikov.

Ker je ročno testiranje zamudno, riziko za napake pri izvajanju takšnih testov pa velik, se testiranje avtomatizira povsod kjer je to mogoče, kar omogoča ponovljivost. Zahteva se testno voden razvoj programskih rešitev, torej uporaba testov enot (angl. unit testing), po principu agilnega razvoja.

Osebe naročnika mora biti neposredno soudeleženo pri testiranju funkcionalnosti. Izvajalec za potrebe izvedbe prevzemnega testiranja s strani naročnika zagotovi orodje za prijavo in spremljanje napak (orodje mora biti uporabniku prijazno, omogočati mora opis napake, vstavljanje slik zaslonskih mask in pripenjanje dokumentov, kjer se je napaka pojavila ter spremljanje statusa odpravljanja evidentirane napake).

Uporabniška in tehnična dokumentacija

Dokumentacija mora biti napisana v slovenskem jeziku.

Programska koda

Izvajalec naročniku preda celotno izvorno kodo z vsemi potrebnimi knjižnicami, da je mogoče neodvisno vzpostaviti delujoče razvojno okolje. Izvorno kodo je potrebno predati v obliki repozitorija, skladnega s splošno sprejetimi načini dela v industriji razvoja programske opreme (kot npr. GitHub, BitBucket...). Vse kasnejše nadgradnje in popravke izvorne kode je potrebno predati v isti repozitorij, tako da repozitorij vedno vsebuje zadnjo delujočo verzijo sistema ter po potrebi tudi testne verzije (module za test enot).

Za dele sistema, katerih izvorno kodo ni mogoče predati (npr. zaradi omejitev licenc), je potrebno natančno opisati, kako je mogoče manjkajoče dela sistema pridobiti in povezati s predano programsko kodo.

Tehnična dokumentacija - splošno

Izvajalec mora v okviru razvoja pripraviti tehnično dokumentacijo, ki vsebuje:

- opis zasnove in zgradbe sistema,
- opis vseh funkcionalnosti sistema z opisom delovanja,
- nabor in način integracije sistema z drugimi sistemi,
- opis protokolov za komunikacijo s sistemom z zahtevami glede varnosti in nadzora dostopa,
- opis protokolov za komunikacijo sistema z drugimi povezanimi sistemi s primeri.

Tehnična dokumentacija - namestitvev

Izvajalec mora izdelati podrobna navodila za instalacijo in konfiguriranje celotnega sistema, opisati vse parametre za konfiguracijo predane programske opreme ter potrebne nastavitve podatkovnih baz, pripravo podatkov in drugih sistemskih nastavitvev. Prav tako mora izdelati navodila za nameščanje posodobitev. Navodila naj zajemajo opis vzpostavitve testnega in produkcijskega okolja ter navodila za prehod iz testnega v produkcijsko okolje.

Uporabniška dokumentacija

Izvajalec mora izdelati navodila/priročnik za uporabnike in administratorje. Dokumentacija mora vsebovati vsaj:

- opis namena sistema in njegove glavne funkcionalnosti,
- vrste uporabnikov, ki jim je dokumentacija namenjena
- varnostna navodila z osnovnimi smernicami za varno uporabo sistema, digitalnih potrdil, varovanje gesel in podatkov ter
- podrobna navodila za uporabo vseh funkcij sistema

Navodila za uporabo morajo vsebovati podroben opis uporabe aplikacij za posamezna vsebinska področja in postopke:

- Za vsak postopek so pripravljena podrobna navodila, kako naj uporabnik uporablja aplikacije.
- Navodila obsegajo celotno izvedbo postopka od prijave v sistem, zagona, izvedbe in zaključka procesa, do odjave iz sistema. Pri tem se naj navodila neposredno nanašajo (tudi grafično) na uporabniški vmesnik sistema.
- Poleg glavnega toka skozi proces mora dokumentacija pokriti tudi stranske tokove.
- Podani naj bodo razumljivi opisi vzrokov za vsa opozorila in napake, ki jih povzročajo uporabniške in/ali systemske funkcije.
- Podana naj bodo podrobna navodila za programske vmesnike in konfiguracijo dostopa do sistema z uporabo programskih rešitev (API vmesniki).

Uporabniška dokumentacija mora uporabljati izrazoslovje poslovnega področja naročnika.

V uporabniški dokumentaciji je potrebno navesti kontaktno osebo ali naslov za pomoč pri morebitnih nejasnostih glede uporabe sistema.

Pri popravkih in nadgradnjah je potrebno zagotoviti posodabljanje vseh delov tehnične in uporabniške dokumentacije, ki morata ostati skladni s produkcijsko verzijo sistema.

Usposabljanje uporabnikov

V okviru aktivnosti usposabljanja ključnih uporabnikov mora izvajalec usposobiti ključne uporabnike naročnika za tehnično uporabo sistema.

Po izvedenem usposabljanju morajo biti udeleženci usposabljanja, ne glede na tip uporabnika, sposobni samostojno uporabljati posamezne funkcionalnosti sistema, ki so bile predmet usposabljanja.

Tako pripravo okolja kot tudi dokumentacijo za usposabljanje končnih uporabnikov in skrbnikov sistema, ki mora zajemati celovito gradivo, potrebno za obvladovanje snovi za izvedbo usposabljanj, zagotovi izvajalec.