

## **Predmet: Poziv gospodarskim subjektima na istraživanje tržišta - Razvoj sustava pametnih preporuka i implementacija u CARNET-ov ekosustav aplikacija**

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET planira započeti postupak javne nabave usluge razvoja sustava pametnih preporuka i implementacija u CARNET-ov ekosustav aplikacija.

Ovim putem sukladno Zakonu o javnoj nabavi (NN 120/16) prije formalnog početka postupka javne nabave sa svrhom provođenja istraživanja tržišta (radi pripreme nabave i informiranja gospodarskih subjekata o svojim planovima i zahtjevima u vezi s nabavom), u nastavku ove obavijesti, CARNET objavljuje zahtjeve vezane za nabavu usluge razvoja sustava pametnih preporuka i implementacija u CARNET-ov ekosustav aplikacija.

Radi daljnjeg planiranja i provedbe postupka te izrade dokumentacije o nabavi molimo sve zainteresirane gospodarske subjekte da dostave primjedbe i prijedloge zajedno s troškovnikom i traženim informacijama, sukladno danim zahtjevima najkasnije do 15.1.2024., na adresu elektroničke pošte [nabava@carnet.hr](mailto:nabava@carnet.hr).

U nastavku ove obavijesti zainteresiranim gospodarskim subjektima dostupni su naručiteljevi zahtjevi.

CARNET će pažljivo analizirati prikupljene informacije putem ovog istraživanja tržišta te temeljem svih dobivenih podataka sastaviti dokumentaciju o nabavi.

Prilikom provođenja istraživanja tržišta CARNET će postupati na način da svojim postupcima ne narušava tržišno natjecanje niti krši načela zabrane diskriminacije i transparentnosti.

Rezultati provedenog istraživanja ne obvezuju CARNET niti se njime stvara bilo kakav pravni posao/odnos s gospodarskim subjektima koji su u istraživanju sudjelovali.

# Sadržaj

Predmet: Poziv gospodarskim subjektima na istraživanje tržišta - Razvoj sustava pametnih preporuka i implementacija u CARNET-ov ekosustav aplikacija .....	1
1. Predmet nabave .....	3
2. Sustav pametnih preporuka.....	4
2.1. Podaci za sustav pametnih preporuka.....	5
2.1.1. Sustav CARNET data kao izvor podataka za sustav pametnih preporuka.....	5
2.1.2. CARNET privatnost.....	8
2.1.3. Graf znanja (Knowledge graph).....	8
2.1.4. XAPI sustav (Experience API).....	8
2.1.5. Sustav za provjeru i samoprovjeru znanja .....	8
2.1.6. Odgojno-obrazovni ciljevi .....	9
2.1.7. Komunikacijska platforma .....	9
2.2. Izrada modula pametnih preporuka .....	10
2.2.1. Aktivnost suradnje s partnerskom institucijom i krajnjim korisnicima.....	11
2.2.2. Modul ekspertnog sustava za generiranje pametnih preporuka .....	12
2.2.3. Modul jezičnog modela (eng. Large Language Model – LLM) .....	12
2.3. Virtualni Asistent.....	13
2.3.1. Razumljivost modela i preporuka za učenika.....	13
2.3.2. Analitički asistent za pedagoško osoblje.....	14
2.4. Aktivnosti razvoja nakon izvršenih implementacija i integracija modula .....	16
3. Operativna podrška i briga o sustavu od početka projekta.....	17
4. Trajanje ugovora i vremenski plan .....	18
5. Troškovnik.....	19

# 1. Predmet nabave

Predmet ove nabave je izrada i implementacija informacijskog sustava pametnih preporuka u obrazovanju. Svrha sustava pametnih preporuka je pružiti napredan alat učenicima/ama, roditeljima, nastavnom osoblju, stručnim službama škola, ravnateljima/cama i drugim dionicima obrazovnog sustava kako bi učenici ostvarivali odgojno obrazovne ishode predmetnih kurikuluma na što višoj razini te kako bi se postigao dublji i bolji uvid u postignuća učenica i učenika.

Rezultat ove nabave treba biti izgrađen informacijski sustav pametnih preporuka implementiran u CARNET-ovo okruženje, povezan s relevantnim sustavima na način da se oslanja na već razvijenu i raspoloživu infrastrukturu CARNET-ovog analitičkog ekosustava uz nadogradnje koje će omogućiti analizu i personalizirane preporuke temeljene na podacima o postignućima učenika. Same pametne preporuke potrebno je realizirati korištenjem metoda umjetne inteligencije i strojnog učenja te nadograditi analitički ekosustav alatima, tehnologijama i razvijenim algoritmima koji omogućavaju naprednu analizu podataka i generiranje pametnih preporuka.

Očekivani broj korisnika sustava je oko 400.000 učenika i njihovih roditelja te oko 60.000 nastavnog osoblja u RH.

Način komunikacije pametnih preporuka potrebno je realizirati pomoću virtualnog asistenta, aplikacije koja omogućava interakciju na razini tekstualnog unosa i ispisa ili prepoznavanjem i sintetiziranjem govora (eng. text-to-speech i speech-to-text).

Razvoj sustava pametnih preporuka dio je projekta „Podrška primjeni digitalnih tehnologija u obrazovanju (BrAIIn)“ kroz koji se razvija više komponenti koje sudjeluju u razvoju sofisticiranog sustava umjetne inteligencije za potrebe obrazovanja čiji je cilj uporaba UI za iskorak u personalizirano učenje.

Radi se o modelu poučavanja koji se temelji na premisi da učenici uče na različite načine i različitim koracima. Cilj je svakom učeniku omogućiti plan učenja zasnovan na tome kako uči, što zna i koje su njegove vještine i interesi. Kod personaliziranog učenja učenici rade s nastavnicima kako bi postavili kratkoročne i dugoročne ciljeve. Ovaj pristup pomaže učenicima da se angažiraju te preuzmu inicijativu i kontrolu nad svojim učenjem. Cilj personaliziranog učenja je omogućiti učenicima koji postižu dobre rezultate da napreduju brže, dok će istovremeno učenici koji ne postižu dobre rezultate brže dobiti pomoć i podršku koja im je potrebna.

Predmet nabave su sljedeće usluge:

- Analiza potreba
  - Suradnju s CARNET-om i partnerskom institucijom u definiciji zahtjeva i razradi modela pametnih preporuka
- Razvoj sustava pametnih preporuka i virtualnog asistenta
  - Izrada aplikacije za web i mobilne platforme virtualnog asistenta za komunikaciju pametnih preporuka na principima prepoznavanja i sintetiziranja govora i teksta (eng. text-to-speech i speech-to-tekst)
- Razvoj modela strojnog učenja, korištenje UI-a za potrebe razvoja sustava pametnih preporuka
- Treniranje modela za potrebe razvoja sustava pametnih preporuka
- Implementacija sustava pametnih preporuka
- Nadogradnje sustava pametnih preporuka
- Testiranje, treniranje i usklađivanje implementiranog rješenja pametnih preporuka
- Obuka korisnika CARNET-a za korištenje implementiranih funkcionalnosti
- Operativna podrška u radu sustava te osiguravanje pune funkcionalnosti sustava

Od ponuditelja se očekuje podrška u radu sustava te osiguravanje pune funkcionalnosti sustava koja uključuje:

- operativnu podršku i brigu o sustavu pametnih preporuka
- nabavu i implementaciju potrebnog softvera za rad sustava pametnih preporuka,
- vođenje projekta
- modeliranje i implementaciju odredišnog modela podataka,
- modeliranje i implementaciju prijenosa podataka,
- prijenos znanja na djelatnike naručitelja u dijelu sistemskih/administracijskih poslova,
- tehnološko i organizacijsko savjetovanje iz područja projektiranja i izvedbe željenog sustava prema modernim načelima,
- sudjelovanje u integracijskim, izvedbenim i sigurnosnim testiranjima,
- izradu potrebne dokumentacije prema zahtjevima naručitelja,
- postprodukcijску podršku,
- otklanjanje grešaka i nedostataka u sustavu pametnih preporuka.

Pojedine aktivnosti i isporuke detaljnije su navedene u sljedećim poglavljima.

## **2. Sustav pametnih preporuka**

Razvoj sustava pametnih preporuka dio je projekta „Podrška primjeni digitalnih tehnologija u obrazovanju (BrAln)“ kroz koji se razvija više komponenti koje sudjeluju u razvoju sofisticiranog sustava umjetne inteligencije za potrebe obrazovanja čiji je cilj uporaba UI za iskorak u personalizirano učenje.

Radi se o modelu poučavanja koji se temelji na premisi da učenici uče na različite načine i različitim koracima. Cilj je svakom učeniku omogućiti plan učenja zasnovan na tome kako uči, što zna i koje su njegove vještine i interesi. Kod personaliziranog učenja učenici rade s nastavnicima kako bi postavili kratkoročne i dugoročne ciljeve. Ovaj pristup pomaže učenicima da se angažiraju te preuzmu inicijativu i kontrolu nad svojim učenjem. Cilj personaliziranog učenja je omogućiti učenicima koji postižu dobre rezultate da napreduju brže, dok će istovremeno učenici koji ne postižu dobre rezultate brže dobiti pomoć i podršku koja im je potrebna.

## **2.1. Podaci za sustav pametnih preporuka**

### **2.1.1. Sustav CARNET data kao izvor podataka za sustav pametnih preporuka**

CARNET-ov analitički ekosustav CARNET data sastoji se od visoko dostupnog sustava za pohranu i analizu strukturiranih i nestrukturiranih podataka, informacijskog sustava za analitiku učenja i rudarenje obrazovnih podataka, te korisničke aplikacije sustava CARNET data (data.e-skole.hr).

Sustav CARNET data je izgrađen kao platforma za prikupljanje, pohranu, obradu strukturiranih, polustrukturiranih i nestrukturiranih podataka. Platforma omogućava analitičko izvještavanje putem pred-definiranih izvještaja alata poslovne inteligencije kao i ad-hoc upite korištenjem analitičkih alata Jezera podataka.

Obrađeni podaci iz izvornih sustava se kroz REST API integracijski sloj stavljaju na raspolaganje drugim sustavima CARNET-a na korištenje. Jedan od konzumenata podataka je web aplikacija za korisnike CARNET data koja je povezana s analitičkom platformom u kojoj su podaci priređeni za prikaz na web aplikaciji.

Osnovne funkcionalne cjeline su:

- Jezero podataka (spojeno na izvorne sustave);
- Analitička platforma sa sljedećim mogućnostima:
  - interaktivnim BI grafičkim alatom („dashboards“, „ad-hoc queries“, ogleđni set izvještaja),

- maskiranje podataka prilikom izvoza podataka (prema GDPR pravilima),
- alatom za praćenje kvalitete podataka;
- REST API integracijski sloj;
- CARNET data web aplikacija.

U ovom trenutku u posjedu CARNET-a je sljedeća računalna infrastruktura za izradu sustava za analitiku i sustava za velike podatke (engl. Big Data) u obliku jezera podataka (engl. Data Lake) i skladišta podataka (eng. Data Warehouse).

- Hardver
  - OKD kontejnerizacija
    - 6 nodova za realizaciju Jezera podataka
    - 2 noda za realizaciju visokodostupne baze podataka
    - Aplikativni nodovi za aplikaciju za krajnje korisnike CARNET data
- Softver analitičkog ekosustava
  - Oracle baza podataka
  - PostgreSQL baza podataka, HA Proxy
  - Hive
  - Apache Airflow
  - Spark & SparkStreaming
  - Hue
  - Talend ETL
  - Knowage BI
  - Cassandra
  - Elastic / Kibana / Logstash
  - REST API sloj Java SpringBoot

Navedenim tehnologijama realizirani su procesi prikupljanja, obrade i prikaza podataka iz različitih izvora u okviru CARNET-a, posebice e-Dnevnika, e-Matice, baze CARNET-ovih korisnika, sustava EMA, sustava za nadzor opreme i razni logovi nadzornih i transakcijskih sustava.

Svi izvorni sustavi u opsegu analitičkog ekosustava nemaju na jedinstven način riješenu identifikaciju novonastalih, obrisanih ili promijenjenih podataka čime se ta identifikacija mora provoditi u analitičkom ekosustavu u cilju postizanja ispravnog stanja i usuglašenosti s izvornim sustavom.

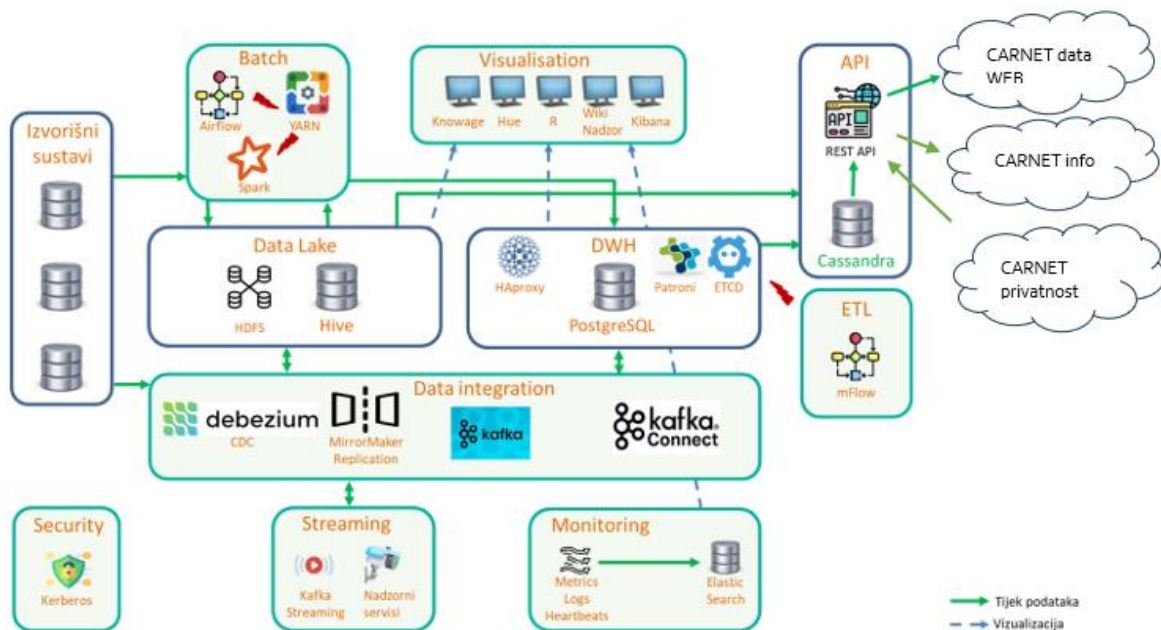
Svojim centralnim smještajem i ulogom u procesu dostave podataka za razne IT sustave CARNET-a, npr. WEB aplikacija CARNET Data te sustav CARNET info, u analitičkom

ekosustavu je kvaliteta podataka od izuzetne važnosti te su implementirane alati i procedure za detekciju i poboljšanje kvalitete podataka tijekom obrada. Nadalje, sigurnost pristupa je zaštićena Kerberos mehanizmima.

Analitički ekosustav sadrži:

- Jezero podataka:
  - ca. 2.200 objekata
  - ca. 1.000 Spark transformacija
- Analitički sustav skladišta podataka:
  - ca. 5.500 tablica
  - ca. 700 ETL mapiranja
- REST API sloj
  - ca. 150 pojedinih API servisa
  - koristi pripremni sloj u obliku No-SQL baze za potrebe *cachiranja* podataka prije izlaganja web aplikaciji

Sustav sadrži povijest podataka iz navedenih izvora do unazad 15 školskih godina.



Slika 1 Komponente i tehnologije implementirane u analitičkom ekosustavu

Nadzor svih implementiranih servisa realiziran je pomoću Elastic / Kibana / Logstash skupa alata čime je na jednom mjestu i moguće vidjeti stanje servisa, popunjenost diskovne infrastrukture, uvid u logove aplikacija i automatizaciju slanja obavijesti i automatskog oporavka servisa.

### **2.1.2. CARNET privatnost**

Za uključivanje u sustav pametnih preporuka potrebno je osigurati privole za obradu podataka i uključivanje učesnika (učenici, roditelji). Sustav pametnih preporuka treba tražene privole preuzimati iz CARNET-ovog sustava CARNET privatnost koji predstavlja matičnu evidenciju svih privola i komunikacijsku platformu za prikupljanje i distribuciju privola prema svim CARNET sustavima.

Sustav pametnih preporuka mora sa svoje strane podržati sljedeće GDPR procese:

- Implementaciju svih prava ispitanika u skladu s GDPR regulativom; pravo na brisanje/zaborav, pravo na informaciju.
- Sučelje za preuzimanje anonimiziranih podataka učesnika u skladu s danim privolama kroz opisanu API platformu. Namjena tih podataka je migracija podataka na testne sustave za treniranje i razvoj dodatnih modela preporuke te davanje podataka vanjskim istraživačima za potrebe istraživanja i razvoja (znanstvene institucije, Ministarstvo)

### **2.1.3. Graf znanja (Knowledge graph)**

Graf znanja se izgrađuje korištenjem algoritama umjetne inteligencije i strojnog učenja, NLP i strukturiranih podataka za povezivanje ishoda učenja s pojedinim predmetom. Predstavlja izvor podataka za sustav pametnih preporuka.

### **2.1.4. XAPI sustav (Experience API)**

Sustav prati ponašanje korisnika skupljajući informacije s aplikacija koje koriste digitalne obrazovne sadržaje. XAPI sustav pohranjuje podatke na principima LRS (learning record store) i služi kao izvor za sustav pametnih preporuka.

### **2.1.5. Sustav za provjeru i samoprovjeru znanja**

Personalizirano učenje je usko povezano i sa segmentom (samo)provjere znanja i testiranjem učenika, koje uz pomoć umjetne inteligencije može unaprijediti osobna postignuća učenika za učenje redovnog školskog sadržaja, pripremu za provjere znanja iz područja predmeta maturalnih ispita i PISA testiranja. Radi se o aktivnostima u vezi s razvojem sustava provjere i samoprovjere znanja učenika iz područja gradiva državne mature (ili drugih interesantnih područja), unaprijeđenjem i automatizacijom procese izrade, vrednovanja i uključivanja zadataka u zbirku zadataka, primjerice baze zadataka NCVVO-a na području državne mature te razvoja modela praćenja rezultata učenika, usporedbu osobnih postignuća, predikcije



budućih rezultata i predlaganje personaliziranog razvojnog puta. Rezultati provjere i samoprovjere znanja su jedan od ključnih izvora podataka i informacija za sustav pametnih preporuka.

### **2.1.6. Odgojno-obrazovni ciljevi<sup>1</sup>**

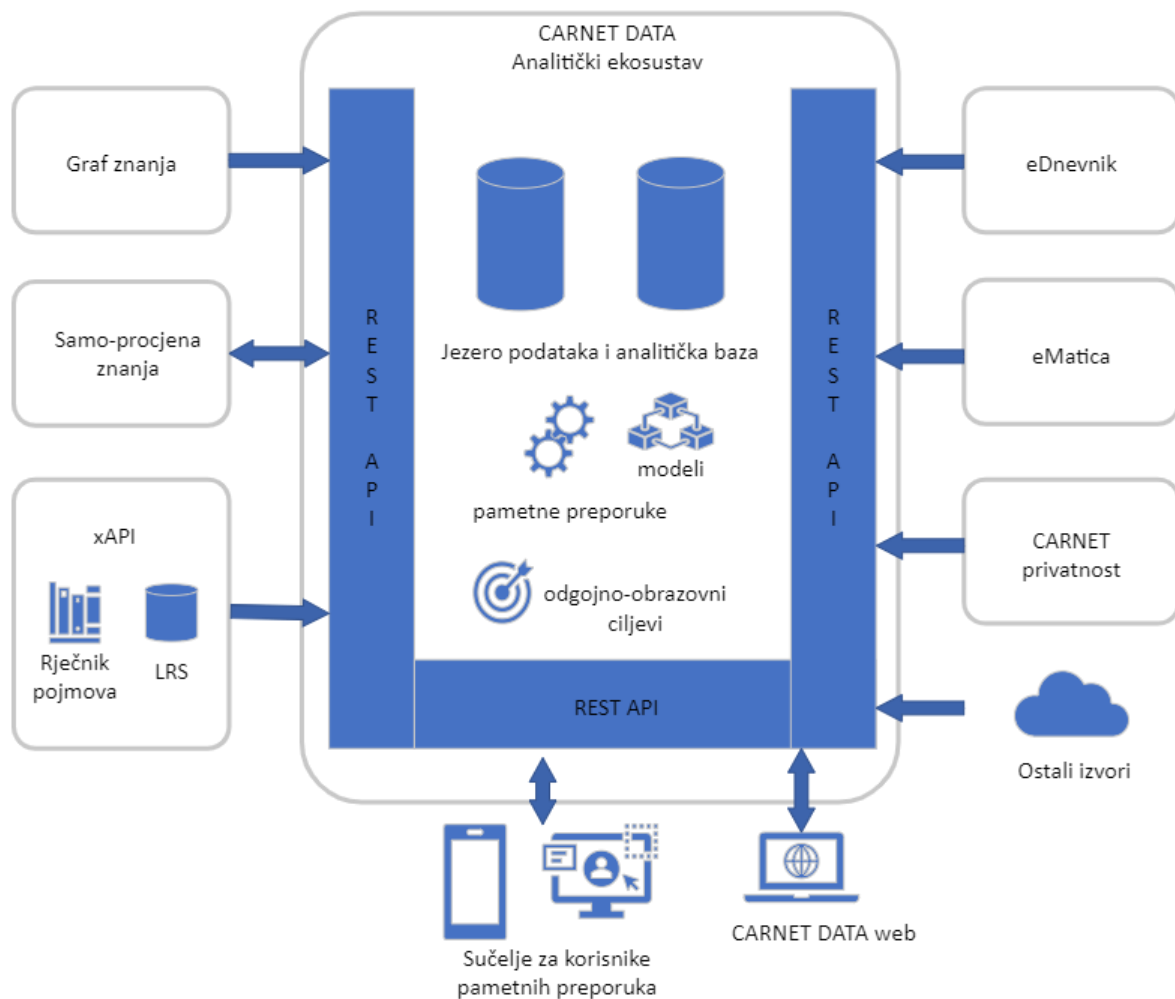
Analitički ekosustav CARNET-a omogućava učenicima postavljanje osnovnih odgojno-obrazovnih ciljeva. Termin ciljevi odnosi se na modul u sustavu pametnih preporuka u kojem učenici formiraju cilj prema ishodima učenja definiranih kurikulumom predmeta ili prema vlastitoj želji. Potrebno ga je razlikovati od termina odgojno-obrazovnih ishoda koji su definirani nacionalnim i školskim kurikulumima. Jedan od primjera odgojno-obrazovnog cilja je zadovoljavanje kurikulumom propisanog odgojno-obrazovnog ishoda učenja na određenoj razini prilikom čega sustav omogućava izračun mogućnosti za ostvaranje postavljenog cilja na temelju trenutačne predikcije i trenutačnog odstupanja od željenog cilja koji se temelje na informacijama o uspjehu u sustavu e-Dnevnik. Upotrebom sustava pametnih preporuka funkcionalnost odgojno-obrazovnih ciljeva će biti potrebno nadograditi kako bi se podržala definicija i izračun za kratkoročnije ciljeve. Sustav za definiciju i praćenje odgojno-obrazovnih ciljeva je izvor podataka za sustav pametnih preporuka.

### **2.1.7. Komunikacijska platforma**

Kako bi se unaprijedila komunikacija među sudionicima obrazovnog sustava u RH i stavila u kontrolirane uvjete, intencija je implementacije alata za tekstualnu komunikaciju porukama s definiranim pravilima i obavezama korištenja. Tekstualna komunikacija među sudionicima obrazovnog sustava u RH uzima u obzir međusobne uloge pojedinaca (Učenik-Roditelj) kao i uloge pojedinaca u hijerarhiji obrazovnog sustava u RH (ravnatelj, razrednik ...) te dodatno kroz mehanizam dodjeljivanja roli (npr. ravnatelj -zaposlenik) omogućiti robusnost u korištenju komunikacijskog sustava. Komunikacija se ostvaruje kroz web sučelje koje će biti integrirano u e-Dnevnik web aplikaciju. Integracija s e-Dnevnik grafičkim sučeljem koristi SSO tehnologije koje su implementirane u sustav CARNET privatnost. Korisnici sustava tj. pojedinci koji razmjenjuju poruke kroz komunikacijske grupe su zaposlenici osnovnih i srednjih škola, učenici tih škola te njihovi roditelji i/ili skrbnici. Komunikacijska platforma je informacijski sustav putem kojeg se pametne preporuke mogu komunicirati učenicima.

---

<sup>1</sup> Termin ciljevi odnosi se na modul u sustavu pametnih preporuka u kojem učenici formiraju cilj prema ishodima učenja definiranih kurikulumom predmeta ili prema vlastitoj želji. Potrebno ga je razlikovati od termina odgojno-obrazovnih ishoda koji su definirani nacionalnim i školskim kurikulumima.



Slika 2 Sustav pametnih preporuka i okruženje u CARNET-u

## 2.2. Izrada modula pametnih preporuka

Osnovni zadatak sustava pametnih preporuka je učenicima, nastavnicima i institucijama omogućiti na inovativan način postići ciljeve u pogledu učenja. Da bi se to moglo nužno je osigurati sljedeće elemente:

- Izgraditi sustav pametnih preporuka na osnovu opisanih izvora podataka tj. poznatih činjenica o željenim i ostvarenim ishodima učenika i ponašanju učenika na digitalnim platformama CARNET-a (učenju, ocjenama, radnim navikama i dr.)
- Osigurati mehanizme za analizu kvalitete i korisnosti preporuka za učenike, nastavnike, roditelje i obrazovni sustav u cjelini, kroz praćenje uspjeha i prikupljanje povratne

informacije od učesnika procesa čime se povećava kvaliteta i količina poznatih činjenica koje su osnova za uspješan rad sustava.

- Osigurati mehanizme za ocjenjivanje i unapređivanja (fino podešavanje) sustava pametnih preporuka u budućnosti

Za ostvarivanje tih ciljeva potrebno je implementirati sljedeće module i usluge u skladu sa specifikacijom u nastavku:

- Modul ekspertnog sustava za generiranje pametnih preporuka
- Modul jezičnog modela (eng. Large Language Model - LLM) koji služi za komunikaciju s učenicima i nastavnicima te dodatno interpretaciji preporuka i konteksta
- Modul virtualnog asistenta za učenike (izveden kao aplikacija) koji povezuje module jezičnog modela, ekspertnog sustava i odgojno-obrazovne ciljeve te sustav za samo-provjeru znanja omogućavajući komunikaciju učenikovih ciljeva i drugih parametara prema sustavu, a pametnih preporuka prema krajnjem korisniku.
- Analitički modul (aplikacija) za nastavno osoblje s kontrolnim pločama, izvještajima i statistikama
- Aktivnosti razvoja (finog podešavanja) modela u skladu s dalje opisanim zahtjevima

### **2.2.1. Aktivnost suradnje s partnerskom institucijom i krajnjim korisnicima**

Partnerska institucija cjelokupnog projekta „Podrška primjeni digitalnih tehnologija u obrazovanju (BrAln)“ sudjeluje u razvoju aktivnosti, definiranju detaljnog vremenskog plana provedbe aktivnosti te zajedničkom detaljnom razvoju ciljeva, neposrednih rezultata, proračuna, odgovornosti i podjeli zadataka aktivnosti u svrhu ostvarenja ciljeva projekta. Partnerska institucija sudjeluje u razvoju projektnih aktivnosti svojim specifičnim kompetencijama, nadležnostima i znanjima te provođenjem dodijeljenih aktivnosti aktivno pridonosi ostvarenju rezultata projekta.

U sklopu projekta potrebno je surađivati s partnerskom institucijom na području definicije specifičnih potreba učenika i drugih korisnika sustava u specifikiranju ciljeva i metoda izrada pametnih preporuka. To uključuje radionice uživo ili putem kolaboracijske platforme prema dogovorenom planu radionica koji će se definirati tijekom projekta.

### **2.2.2. Modul ekspertnog sustava za generiranje pametnih preporuka**

Ovaj modul sustava treba biti implementiran u obliku linearnog modela (kao što je GLM ili drugi linearni algoritam) strojnog učenja ili ekspertni sustav, odn. kombinacija oba pristupa. Zadužen je za kreiranje pametnih preporuka koje su razumljive i moguće ih je jasno implementirati. Izgradnja modela može biti kroz korištenje različitih tehnologija strojnog učenja. Razlog ovom pristupu je da preporuka bude pedagoški vođena i objašnjiva.

Modul bi se implementirao na postojećoj infrastrukturi analitičkog ekosustava uz eventualnu dogradnju biblioteka za primjenu drugih primjenjivih linearnih algoritama.

### **2.2.3. Modul jezičnog modela (eng. Large Language Model – LLM)**

Sustav mora podržati hibridnu arhitekturu LLM-a, tj. Naručitelj treba imati mogućnost odabira LLM-a koji će biti i OpenSource lokalno instaliran, ali i alternativni LLM omogućen kroz cloud uslugu nekog od pružatelja te usluge (npr. OpenAI).

U sklopu ove stavke potrebno je implementirati lokalnu instalaciju LLM modela unutar infrastrukture CARNET-a, te osigurati integraciju tog modula unutar kompletnog analitičkog ekosustava CARNET-a opisanoj u ovoj dokumentaciji.

S obzirom na brz razvoj tehnologija na ovom području u svijetu, ovom dokumentacijom se ne želi propisati konačna arhitektura koja uključuje hardware i odgovarajuće tj. dostupne LLM sustave.

Hardware za potrebe izračuna nije predmet ove nabave i dobava je u obvezi Naručitelja.

Integracija unutar analitičkog eko sustava

- sve aplikacije koje trebaju komunicirati s LLM modelom moraju komunicirati preko zajedničkog, prethodno opisanog API sloja sa svim njegovim zahtjevima (skalabilnost, sigurnost pristupa, opcije pristupa anonimiziranim podacima i dr.).
- rezultati LLM modela se dodatno interpretiraju, filtriraju, cenzuriraju (prikladnost odgovora) u opisanim modulima Virtualnih asistenata za učenike i nastavno osoblje. Primjerice, odgovori koji dobivaju nastavnici ne moraju biti filtrirani / cenzurirani na isti način.
- Mora se omogućiti iterativni ili višefazni proces (workflow) kreiranja odgovora na zadano pitanje ovisno o potrebama. Faze mogu uključivati više prolaza kroz LLM model (npr. za traženje ispravnog odgovora), kao i kombiniranje ili interakcija LLM modela s ekspertnim sustavom ili linearnim modelom za potrebe kako formiranje preporuka, tako i ocjene ispravnosti i prikladnosti preporuka u skladu s pedagoškim ciljevima.

## 2.3. Virtualni Asistent

Osnovno sučelje za interakciju učenika sa sustavom pametnih preporuka je aplikacija virtualnog asistenta koja se realizira putem web i mobilne aplikacije. Aplikacija bi koristila jezične modele (eng. large language model) za potrebe procesiranja jezičnih uputa (eng. natural language processing) koji se treniraju dostupnim podacima u analitičkom ekosustavu. Učenik bi primjerice postavio pitanje „Što bi trebao učiti danas?“, a virtualni asistent mu na osnovu rasporeda, postignutih razine ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda učenja i postavljenih odgojno-obrazovnih ciljeva može sugerirati dodatne digitalne obrazovne sadržaje ili rješavanje testa na platformi za samoprocjenu znanja. Sam izbor tehnologije i stupanj podrške prepoznavanja i sintetiziranja govora i teksta (eng. text-to-speech i speech-to-tekst) i načina implementacije virtualnog asistenta će se definirati tijekom projekta u suradnji s partnerskom institucijom i CARNET-om.

### 2.3.1. Razumljivost modela i preporuka za učenika

Najvažniji preduvjet za mogućnost rada pametnih preporuka je njegova transparentnost i jasnoća, primarno za učenika od kojeg se očekuje da iz sadržaja preporuka može samostalno ocijeniti smisao preporuke, njen sadržaj, ali još važnije razloge zbog kojeg je sustav dao upravo takvu preporuku. Razlog za to je što se preporuke baziraju na činjenicama, tj. prikupljenim informacijama o tome kakav je učenikov uspjeh, koje na određen način moraju opisivati njegove želje i planove, konkretno elemente koje je radio (učio, obrađivao, probno testirao) u proteklom razdoblju ali i njegovo raspoloživo vrijeme, a moguće i neke izvanredne okolnosti u školi, razredu ili društvu u cjelini. Dio tih informacija ima čvrstu podlogu u prikupljenim podacima (ocjene, izostanci), dok dio pretpostavlja interpretaciju tj. indirektnu pretpostavku (zaključak) analize podataka potpomognute metodama strojnog učenja te za njega ne postoji konkretan dokaz. Npr. činjenica da je učenik intenzivno pristupao digitalnim sadržajima za učenje određenih poglavlja gradiva fizike ne znači da je sa sigurnošću proveo određeni broj sati učeći upravo to gradivo. Stoga sustav pametnih preporuka mora jasno naznačiti razloge preporuke, važne činjenice na osnovu kojih je preporuka izvedena, te jasno omogućiti učeniku da prepozna možda neispravnu činjenicu i sam odluči (razumije) da li je preporuka na njega stvarno primjenjiva i korisna.

Virtualni asistent kao primarno sredstvo komunikacije za učenike je potrebno implementirati kroz dva kanala:

- web aplikacija koja će biti dostupna kao poveznica iz eDnevnik portala ili direktno kroz mehanizme jedinstvenog pristupa aplikacijama (AAI@EduHr i NIAS) potrebno je

osigurati prikaz i pregled pametnih preporuka  
Izrada aplikacije je dio projekta Sustava pametnih preporuka te mora podržati minimalno sljedeće funkcionalnosti

- Modul i pripadajući ekrani za postavljanje odgojno obrazovnih ciljeva kroz koji će učenik definirati ishode učenja i obrazovanja koje želi postići. Npr. namjera učenika da studira filozofiju znači da su njegovi ciljevi imati bolje usvojeno znanje iz društvenih predmeta dok mu je prihvatljiva srednja usvojenost iz prirodnih ili tehničkih predmeta. Cilj predstavlja također ključnu činjenicu u izgradnji modela preporuka.
- Ekрани s jasnim i razumljiv grafičkim prikazima. Grafički prikaz jedne ili više aktivnih preporuka za učenika. Prikaz mora biti u obliku grafa i/ili stabla odlučivanja iz kojeg mora biti jasan sadržaj preporuke te razlozi i redoslijed, jačina i/ili smjer odlučivanja kojim je sustav došao do prijedloga. Potrebno je koristiti jasne oznake i ikone za prikaz elemenata (činjenica ili dokaz učenja, ishod-ocjena, iznimke, izostanci, prethodne preporuke, postojanje bilježaka i drugo) te kodiranje značaja korištenjem i isticanjem boja.
- Jednostavno i razumljivo sučelje za prihvaćanje ili odbacivanje preporuka od strane učenika iz različitih razloga; netočnih činjenica, nemogućnosti provođenja, nedostatka vremena, više sile itd.
- Sučelje za pregled prethodnih i naknadno ocjenjivanje prethodnih preporuka i promjenu već danih ocjena
- Mobilna aplikacija za Android/iOS platforme identičnih funkcionalnosti opisanih kao i web aplikacija opisana u prethodnoj točki.
- Kroz komunikacijski kanal CARNET-a (koji nije predmet ovog projekta) moći primati dnevno, tj. u skladu s danim privolama (tjedno, samo za neke predmete ...), obavijesti (notifikacije) o kreiranim preporukama u razumljivom obliku. Sustav preporuka će notifikacije pripremati i isporučivati prema komunikacijskoj platformi CARNET-a kroz API-je koji će biti definirani tijekom projekta.

### **2.3.2. Analitički asistent za pedagoško osoblje**

Analitički asistent za pedagoško osoblje služi obrazlaganju i razumljivosti preporuka za nastavnike i druge sudionike i kreatore obrazovnog procesa.

Implementacija sustava pametnih preporuka kroz pristup opisan u nastavku treba olakšati nastavniku donošenje odluka i obavljanje akcija koje su njegov redovan posao (ocjenjivanje

uspjeha učenika i davanje povratne informacije o tome učenicima i roditeljima) a istovremeno omogućuje nastavniku da sa svoje strane daje kvalificirano mišljenje i povratnu informaciju na sustav i time dodatno poboljšava njegovu pouzdanost

Dok preporuka za učenika mora biti jasna i jednostavna iz prethodno opisanih razloga, nastavnici i drugi obrazovni djelatnici imaju mogućnost puno dubljeg uvida, jer njihov pogled obuhvaća puno više učenika i statistička kvaliteta informacija daleko nadmašuje kvalitetu pojedinačne informacije za učenika. Stoga je potrebno osigurati analitički modul, primarno za nastavnike, ali i druge evaluatore sustava koji će prikazivati i pojedinačne i skupne podatke. Pri tome će nastavnici imati pristup i dodatnim preporukama koje možda nisu imale dovoljan stupanj pouzdanosti da bi bile automatski predane učeniku, ali potencijalno također imaju veliku težinu i predstavljaju pomoć nastavniku u razumijevanju pozicije i situacije svih učenika za koje od sustava traži informacije.

U sklopu ovog projekta potrebno je izraditi analitičku web aplikaciju s autentikacijskim mehanizmima jedinstvenog pristupa aplikacijama (AAI@EduHr i NIAS), analitičko-izvještajnu podlogu (BI model) te dodatna potrebna sučelje (API) za nastavno osoblje sa sljedećim zahtjevima:

- Dodatni izračuni, statističke analize, razrada važnosti atributa, korelacijski faktori i drugi parametri kojima se osigurava dodatna informacija i razumljivost preporuka i činjenica na osnovu kojih su preporuke kreirane. Potrebno je izraditi najmanje 5 takvih složenijih analiza
- Izrada više kontrolnih ploča (eng. dashboard) za različite role s različitim razinama složenosti prikaza podataka (npr. nastavnik, pedagog, CARNET istraživač, ...) s izvještajima prikazanim u više ekranskih panela s međusobno povezanim podacima (grafovima, tablicama, generiranim tekstualnim objašnjenjima). Podaci moraju biti povezani na način da se lakom navigacijom kroz odabrane segmente ili retke grafa ili tablice filtrira, odabire i preusmjerava na druge, detaljnije podatke ili analize (eng. drill down, drill accross). Procjena je da će biti potrebne 3 uloge s ukupno do 20 složenih različitih izvještaja, statističkih ili analiza metodama strojnog učenja i drugih analiza uz još dodatno određen broj jednostavnijih izvještaja (tablica s detaljima, grafova s trendovima i dr.)
- Izrada aplikativnog modula za ocjenjivanje rada sustava s razlozima kako je prethodno opisano za same učenike, na dvije razine
  - mogućnost ocjenjivanja pojedinih preporuka za konkretnog učenika (primjenjivost, točnost, izvedivost, s razlozima)

- mogućnost skupnog ocjenjivanja preporuka (za nastavni predmet, konkretan ishod učenja, kalendarsko razdoblje – početa/kraj godine ili drugo) za cijelu obrađivanu skupinu (razred, škola, županija)

## **2.4. Aktivnosti razvoja nakon izvršenih implementacija i integracija modula**

Zbog prirode projekta, nije moguće definirati točan opseg, broj predmeta i vrste preporuka koje je potrebno isporučiti te se predviđa troškovnička stavka kroz koju se izvršavaju niže opisane aktivnosti.

Minimalni skup isporuka koji mora biti isporučen uključuje:

- Podešavanje i treniranje linearnog modela za kreiranje pametnih preporuka razvijenog u poglavlju 2.3.2
  - Razvoj modela preporuka s iskustvenim obrazovnim parametrima i dostupnim setom iskustvenih parametara i činjenicama u tom trenutku.
  - Ponovno i dodatno treniranje modela tijekom projekta u skladu s vremenskim rokovima, raspoloživim danima te prikupljenim stvarnim podacima
- primjena i fino podešavanje LLM modela čija je namjena govorna interakcija s korisnicima sustava te dodatno sintetiziranje informacija iz trenutnog konteksta (npr. aktivnih preporuka) i povijesti učenika i dodatna interpretacija rezultata. Potrebne aktivnosti uključuju
  - Pretvaranje dostupnih video sadržaja u dokumente pogodne za korištenje u LLM
  - Pretvaranje ostalih dostupnih digitalnih sadržaja (udžbenici, prezentacije, PPT, i sl.) u oblik pogodan za korištenje u LLM
  - Generiranje tekstualnih dokumenata na osnovu ulaznih podataka (katalog znanja i dr.) za korištenje u LLM
  - Fino podešavanje LLM modela u cilju usklađivanja (eng. alignment) sa željenim pedagoškim ishodima preporuke. Provodi se kroz skup pitanja i odgovora kvalificiranog nastavnog osoblja u svrhu postizanja točnosti i kvalitete te ispravnog oblikovanja preporuka prema pedagoškim standardima. Taj je proces kompleksan i dugotrajan jer postoji više tipova preporuka koje ovise o kontekstu, razredu, starosti učenika, razdoblju školske godine, pouzdanosti preporuka, postojećim bilješkama, prošlim i sadašnjim ciljevima te brojnim



drugim okolnostima i parametrima koje je potrebno uzeti u obzir kod podešavanja.

- Modul za cenzuriranje koji treba osigurati pedagošku prikladnosti odgovora i zaključaka LLM-a:
  - Kroz dodatno treniranje (fino podešavanje) LLM modela kako bi preporuke ostale unutar prihvatljivih okvira u skladu s pedagoškim preporukama i treniranjem. Nužno je osigurati da je odgovor dovoljno specifičan („uzak“) te da preporuka i zaključak ne predstavljaju prevelik rizik za kreiranje lažnih zaključaka (sustav radije ne bi smio dati preporuku, nego dati neispravnu)
  - Dodatno filtriranje i klasifikacija odgovora kako bi se eliminirala pitanja i odgovori koji nisu usko vezani uz preporuke (npr. nogomet, politika, profesori, vicevi)

### **3. Operativna podrška i briga o sustavu od početka projekta**

Operativna podrška uključuje otklanjanje uzroka zastoja i neispravnosti u radu sustava i svih njegovih elemenata (bugovi). Ponuditelj ga treba obavljati po prijavi zastoja ili neispravnosti u radu od strane CARNET-a ili ovlaštenog predstavnika CARNET-a. Obveza je ponuditelja promptno reagiranje i dijagnosticiranje problema, bez obzira na razlog greške, te dovođenje sustava u regularno stanje.

Operativna podrška aplikacijskog rješenja obavlja se u režimu 12x5, odnosno 12 sati svaki radni dan u godini s vremenom odziva četiri sata od prijave incidenta ili "sljedeći radni dan" za incidente prijavljene vikendom/neradnim danom, i vremenom popravka kontinuiranim do ispravka prijave.

Poslovi i aktivnosti operativne podrške obuhvaćaju praćenje i podešavanje hardverskih i softverskih postavki aplikacija i servisa. Ponuditelj periodički provjerava rad sustava i preventivno obavlja sve potrebne akcije kako bi sustav uvijek ispravno radio. Navedeno podrazumijeva tjedni pregled stanja sustava. Jednom u tri mjeseca ponuditelj treba podnositi izvještaj o stanju informacijskog sustava uz prijedlog za eventualne promjene konfiguracije kako bi se osigurala pouzdanost, optimalan rad i funkcionalnost sustava. Naručitelj može zatražiti i izvanredni (ad-hoc) izvještaj o stanju sustava kojeg ponuditelj mora izraditi i dostaviti Naručitelju.

Operativna podrška i briga o sustavu obuhvaća:

- kontinuirani (svakodnevni) nadzor rada softvera,
- ispravljanje grešaka vezanih uz kvalitetu podataka koje sprječavaju daljnju obradu i tijekom podataka kroz sustav
- intervencije u slučajevima kada informacijski sustav ne radi prema zadanoj specifikaciji,
- intervencije na komponentama sustava primjenom zakrpa,
- intervencije vezane za konfiguracijske parametre komponenta sustava
- pregled postavki sustava, pregled rada aplikacijskog poslužitelja,
- pregledavanje rada baze podataka,
- nadzor i optimizacija performansi,
- jamstveno održavanje za sve module koje je Naručitelj prihvatio kao isporuke
- pripremu i podršku sustava za sigurnosno testiranje koje provodi CARNET ili ovlašteni predstavnik CARNET-a,
- redovito sigurnosno nadograđivanje sustava sa zakrpama proizvođača softvera u skladu s preporukama i dobrim praksama proizvođača

Implementacija zakrpa (engl. patch) nužno je napraviti u razumnom roku nakon izdavanja zakrpe, a ne duže od 2 tjedna od izdavanja zakrpe od strane proizvođača. U slučajevima pojave kritičnih sigurnosnih problema (engl. Zero-Day Vulnerability) koji bi ugrozili sustav i podatke pohranjene na sustavu zakrpe treba implementirati odmah bez odgađanja.

## 4. Trajanje ugovora i vremenski plan

Predviđeno trajanje ugovora je 5 (pet) godina.

U skladu s navedenim aktivnostima i opisima poslova, potrebno je predložiti vremenski plan u kojem treba navesti:

- Naziv aktivnosti,
- Kratak opis aktivnosti,
- Početak aktivnosti (određeni mjesec od sklapanja ugovora<sup>2</sup>),
- Kraj aktivnosti (određeni mjesec od sklapanja ugovora<sup>3</sup>),
- Trajanje aktivnosti.

---

<sup>2</sup> Na primjer: aktivnost pripreme podataka za potrebe izgradnje sustava pametnih preporuka počet će u prvom mjesecu provedbe ugovora.

<sup>3</sup> Na primjer: aktivnost pripreme podataka za potrebe izgradnje sustava pametnih preporuka završit će u 36. mjesecu provedbe ugovora.

## 5. Troškovnik

U troškovniku je potrebno iskazati dvije stavke i upisati procjenu potrebnih količina (broj čovjek/dana, mjesečnih paušala) i cijenu jedinice količine (čovjek/dan, mjesečni paušal).

Stavke su sljedeće:

- Analiza potreba
- Razvoj sustava pametnih preporuka i virtualnog asistenta
- Razvoj modela strojnog učenja, korištenje UI-a za potrebe razvoja sustava pametnih preporuka
- Treniranje modela za potrebe razvoja sustava pametnih preporuka
- Implementacija sustava pametnih preporuka
- Nadogradnje sustava pametnih preporuka
- Testiranje, treniranje i usklađivanje implementiranog rješenja pametnih preporuka
- Obuka korisnika CARNET-a za korištenje implementiranih funkcionalnosti
- Operativna podrška u radu sustava te osiguravanje pune funkcionalnosti sustava