



ChemScan : aplikacija za učinkovito evidentiranje kemikalij v šolskem laboratoriju

raziskovalna naloga

Avtorji: Andrej Cene, Nino Gašparuš, Lelja Rotić

Mentor: Aleksandra Ferenc, dipl. inž. kem. tehnol. (UN)

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2025

IZJAVA*

Mentor/-ica Aleksandra Ferenc v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom ChemScan: aplikacija za učinkovito evidentiranje kemikalij v šolskem laboratoriju, katere avtorji so: Andrej Cene, Nino Gašparuš in Lejla Rotić.

– besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno, – pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature, – da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu, – da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje, – da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju, – da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.



Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

Celje, 8.4.2025

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

POVZETEK

V okviru raziskovalnega projekta smo razvili aplikacijo, ki nam omogoča lažje in bolj varno obravnavo kemikalij v praksi. Glavni cilj projekta je bil olajšati dostop do ključnih informacij o kemikalijah, ki bi jih drugače našli na varnostnih listih, ter omogočili enostavno iskanje in organizacijo kemikalij, s katerim se srečujemo pri delu. Aplikacija vključuje funkcionalnost skeniranja nalepk, avtomatsko kreiranje seznamov nevarnosti in splošnih podatkov o kemikalijah, kar nam pripomore k varnejšemu ravnanju z nevarnimi snovmi. Razvijena rešitev bi omogočila uporabnikom hitro dostopanje do pomembnih informacij in tako zmanjšalo napake pri delu in povečalo varnost v delovnem prostoru. S tem bi prispevali k izboljšanju splošne varnosti pri delu s kemikalijami ter povečali učinkovitost in skladnost z zakonodajo.

ABSTRACT

As part of a research project, we developed an app that allows us to handle chemicals in practice, easily and safely. The main goal of the project was to facilitate access to key information about chemicals that would otherwise be found on safety data sheets, and to enable easy search and organization of chemicals that we encounter at work. The app includes the functionality of scanning labels, automatic creation of hazard lists and general data on chemicals, which helps us to handle hazardous substances safely. The developed solution would allow users to quickly access important information, thus reducing work errors and increasing safety in the workplace. This would contribute to improving overall safety when working with chemicals and increasing efficiency and compliance with legislation.

Kazalo

1.	UVOD.....	7
1.1	Potek raziskovanja.....	7
1.2	Hipoteze	8
1.	PROBLEM – Varnostni listi.....	8
2.	UPORABA PODATKOV	9
2.1	Molekulske mase.....	10
2.2	Gostote	10
2.3	H in P stavki	10
2.3.1	H-STAVKI (hazard)	10
2.3.2	P-STAVKI (precaution)	11
2.4	Opozorilni znaki.....	11
2.5	Podatki.....	13
3.	FUNKCIONALNOST APLIKACIJE	13
3.1	Tipi računov.....	14
3.1.1	Samostojni.....	14
3.1.2	Organizacije	15
3.1.3	Nadzorni	15
3.2	Delovanje.....	15
3.2.1	Uporabniški umesnik.....	15
3.2.2	Nadzorniški umesnik	16
4.	MERITVE	16
5.	ZAKLJUČEK.....	17
5.1	Analiza hipotez	17
5.2	Zaključek.....	18
5.	Viri in literatura	19
5.1	Viri literature	19
5.2	Viri slik	19

Kazalo slik

Slika 1:	Varnostni list.....	9
Slika 2:	GHS06.....	12
Slika 3:	GHS02.....	12
Slika 4:	GHS05.....	12
Slika 5:	Skeniranje QR kode.....	14
Slika 6:	Izpis podatkov.....	14
Slika 7:	Vnos porabe / zaloge.....	14

Kazalo tabel

Tabela 1: Merjenje časa iskanja podatkov o kemikalijah.....	16
---	----

UPORABLJENE KRATICE

H, P (stavek) Ang. Precautionary Hazard, Sl. Izjava o previdnosti.

So izjave, ki opisujejo potrebne previdnostne ukrepe za varno ravnanje s kemikalijami, da se zmanjšajo tveganja za zdravje in okolje.

QR Ang. Quick-response code, Sl. Hitro odzivna koda / črna koda.

Dvodimenzionalna matrična koda primarno rabljena za hranjenje manjših količin informacij.

PWA Ang. Progressive web app, Sl. Progresivna spletna aplikacija.

Spletna stran, ki jo lahko namestimo na mobilno napravo, kot samostojno aplikacijo.

RestAPI Ang. Representational state transfer application programming interface, Sl.

Programski vmesnik za aplikacije za prenos predstavitvenih stanj.

Način za izmenjavo podatkov med strežniki in aplikacijami prek HTTP protokola, kjer so viri dostopni preko URL-jev.

POST HTTP metoda, ki se uporablja za pošiljanje podatkov na strežnik, običajno za ustvarjanje novih virov.

JSON Ang. Javascript object notation, Sl. Objektni zapis jezika Javascript.

Javascript-ov format za zapis podatkov.

PHP Ang. Hypertext preprocessor, Sl. /

Programski jezik.

1. UVOD

V današnjem času kemikalije igrajo ključno vlogo v številnih industrijskih, znanstvenih in šolskih procesih. Kljub njihovi pomembnosti pa njihova obravnava, uporaba in skladiščenje pogosto krat predstavljajo resne izzive in tveganja, ki so povezana z neustreznim ravnanjem.

Pri delu s kemikalijami je pomembno, da delavci in učenci razumejo njihove lastnosti, nevarnosti in ukrepe za zaščito ljudi in okolja. Prav zaradi tega je pomemben dostop do natančnih informacij, ustreznih postopkov ravnanja in hitro dostopna navodila za njihovo uporabo.

Z razvojem digitalnih dostopov in mobilnih aplikacij se odpre možnost, da se ta proces poenostavi in izboljša. Aplikacije, ki nam omogočijo lažje dostopanje do informacij o kemikalijah, lahko bistveno pripomorejo k varnosti pri njihovem ravnanju. S pomočjo takih orodji lahko uporabniki hitro preverijo lastnosti, nevarnosti, ukrepe prve pomoči, kar zmanjšajo tveganje za napake ali nesreče pri delu.

Naloga se osredotoča na razvoj in uporabnost mobilne aplikacije za enostavnejšo obravnavo kemikalij pri praksi. Preverili bomo, kako bi takšna aplikacija pripomogla k večji ozaveščenosti uporabnikov, izboljšanju njihove sposobnosti in zmanjšanju napak. Z analizo obstoječih rešitev in preučevanjem potreb uporabnikov bomo lahko zasnovali aplikacijo, ki bo ustrezala potrebam skupin pri praksi v šoli, bodisi delavcem v izobraževalnem okolju.

1.1 Potek raziskovanja

Raziskovanje smo razdelili na dva ključna dela, zbiranje podatkov in programiranje. Iskanje podatkov o 350-ih kemikalijah (Ime kemikalije, formula, molekulska masa, temperatura vrelišča in tališča, gostota, topnost, varnostni znaki, H in P stavki ter način odstranjevanja kemikalije) je bilo razdeljeno in opravljeno s pomočjo spletnih varnostnih listov (Carl Roth, Sigma-Aldrich..), te podatke smo vnesli v excel tabele.

Programski del se je začel z gradnjo podatkovne baze, čemur je sledil razvoj nadzornikovega vmesnika za nadzor nad podatki. Po vzpostavitvi in testiranju podatkovne baze ter sistema za overjanje uporabnikov se je razvila okvirna mobilna aplikacija vzporedno z gradnjo RestAPI vmesnikov potrebnih za le to.

Hkrati smo aplikacijo preizkusili na petih različnih uporabnikih ter tako izmerili hitrost dostopanja do podatkov (v papirni obliki, z mobilnim telefonom, s pomočjo aplikacije).

1.2 Hipoteze

Pred začetkom raziskav, smo si postavili nekaj hipotez.

1. Uporabniško olajšanje:

Uporaba aplikacije, ki omogoča enostavnejši dostop do informacij o kemikalijah (kot so molekulska masa, gostota, tališče itd.) bo izboljšala hitrost in natančnost dela v laboratoriju.

2. Zmanjšanje napak:

Uvedba aplikacije z opozorili na nevarnosti (oznake za nevarnost in HP stavki) bo zmanjšala število napak pri delu s kemikalijami v laboratoriju.

3. Učni proces:

Uporaba interaktivne aplikacije za pregled lastnosti kemikalij bo povečala razumevanje in pomnjenje kemijskih lastnosti pri dijakih srednjih šol v primerjavi z klasičnimi učbeniki.

4. Dostopnost informacij:

Aplikacija, ki omogoča iskanje po različnih parametrih kemikalij (npr. stanje pri sobni temperaturi ali topnost) bo zmanjšala čas potreben za pridobivanje specifičnih informacij v primerjavi z ročnim iskanjem na internetu ali učbenikih.

5. Varnost:

Prikaz varnostnih oznak v aplikacij bo zmanjšala število nevarnih situacij ali napačne uporabe kemikalij med laboratorijskim vajam.


1. PROBLEM – Varnostni listi

Eden izmed glavnih izzivov pri ravnanju z kemikalijami v raziskovalnem okolju je zagotavljanje pravilne in varne uporabe, kar je ključno za zaščito dijakov ter delavcev. Varnostni listi kemikalij, ki vsebujejo informacije o nevarnostih, varnostnih ukrepih in priporočilih za ravnanje s kemikalijami so osnovno orodje za razumevanje teh tveganj. Vendar se v praksi pojavijo težave;

Nekateri varnostni listi so lahko nepopolni, manjkajo ključne informacije, kjer nadomestijo podatek z "ni pomembno" ali "podatek ni preverljiv". To je najbolj opazno pri rekdejših in ali manj raziskanih kemikalijah.

Prav tako, so lahko težko dostopni, precej v primerih, ko kemikalije prihajajo od različnih dobaviteljev, poleg tega so lahko varnostni listi zastareli in ne vsebujejo najsodobnejših informacij, kar poveča tveganje za napačno ravnanje.

Stran : 1 / 14

	Varnostni list v skladu z uredbi (ES) št. 1907/2006
MICROLUBE GB 00	Datum izdaje : 19.06.2017 Verzija: 1

ODDELEK 1: Identifikacija snovi/zmesi in družbe/podjetja

1.1 Identifikator izdelka

Trgovska oznaka: MICROLUBE GB 00
Snovi/zmes: zmes

1.2 Pomembne identificirane uporabe snovi ali zmesi in odsvetovane uporabe

Identificirane uporabe: Mast. Samo za profesionalno uporabo.

1.3 Podrobnosti o dobavitelju varnostnega lista

Dobavitelj: KLÜBER LUBRICATION MÜNCHEN Geisenhausenerstrasse 7 D-81379 München DEUTSCHLAND Telefon: +49 (0) 897876-0 Telefax: +49 (0) 897876-333	Prodajalec: MASTROJ d.o.o. Šentiljska cesta 39 SI - 2000 Maribor tel: 02 / 234 28 61
---	---

Elektronski naslov odgovorne osebe za sestavo varnostnega lista:
email: mcm@klueber.com

1.4 Telefonska številka za nujne primere

Klic v sili v Sloveniji: 112

ODDELEK 2: Določitev nevarnosti

2.1 Razvrstitev snovi ali zmesi

Razvrstitev v skladu z Uredbo (ES) št. 1272/2008 (CLP)


Skin Sens. 1, H317
Eye Dam.1, H318
Aquatic Chronic 2, H411

Popoln tekst H stavkov omenjenih v tem oddelku je naveden v oddelku 16.

2.2 Elementi etikete

Razvrstitev na podlagi Uredbe (ES) št. 1272/2008 (CLP)

Piktogrami za nevarnost:



Slika 1: Varnostni list

2. UPORABA PODATKOV

Podatki, kot so molekulske mase, gostote, opozorilni znaki ter H in P stavki, so izjemno pomembni za dijake, ki opravljajo praktično delo v laboratorijih. Ti podatki ne omogočajo le natančnega izračunavanja in analiziranja kemijskih reakcij, ampak so ključni tudi za zagotavljanje varnosti pri delu.

2.1 Molekulske mase

Temeljni podatek pri izvajanju eksperimentov, saj omogočajo pravilno določanje količin snovi in izračunavanje potrebnih raztopin ter reakcijskih razmerij. Brez teh podatkov bi bilo izvajanje večine poskusov nezanesljivo.

2.2 Gostote

Gostote snovi so prav tako ključne, saj omogočajo razumevanje lastnosti materialov in njihovo vedenje v različnih okoliščinah, kot so mešanje snovi ali določanje njihovih fizikalnih lastnosti. Z upoštevanjem teh podatkov lahko dijaki bolje razumejo, kako snovi reagirajo v različnih razmerah.

Poleg teh tehničnih podatkov pa so **opozorilni znaki** ter **H (Hazard) in P (Precaution) stavki** ključni za varnost pri delu. Opozorilni znaki jasno opozarjajo na nevarnosti, kot so vnetljivost, toksičnost ali korozivnost kemikalij, kar je nujno za preprečevanje nesreč. **H stavki** opisujejo specifične nevarnosti, povezane s snovjo (npr. "škodljivo pri zaužitju"), medtem ko **P stavki** zagotavljajo informacije o zaščitnih ukrepih (npr. "nosite zaščitne rokavice").

Vse te informacije skupaj omogočajo dijakom, da se učinkovito in varno lotijo laboratorijskega dela. S pravilno uporabo teh podatkov ne le povečajo natančnost svojih poskusov, ampak tudi zmanjšajo tveganja za poškodbe ali kontaminacije, saj vedo, kako pravilno ravnati z nevarnimi kemikalijami.

2.3 H in P stavki

H in P stavki so ključni deli varnostnih listov kemikalij, ki so obvezni za zagotavljanje informacij o nevarnostih, povezanih z določenimi kemikalijami, ter priporočilih za varno ravnanje z njimi. Ti stavki omogočajo jasno, hitro in enostavno razumevanje tveganj, ki jih kemikalije predstavljajo, ter ukrepov, ki jih je treba sprejeti, da bi se izognili nesrečam, poškodbam ali vplivom na okolje.

2.3.1 H-STAVKI (hazard)

Stavki, ki podrobno opisujejo specifične nevarnosti, ki jih določena kemikalija predstavlja. Vsak H-stavek ima svojo številčno oznako, ki predstavlja specifično nevarnost, in zagotavlja ključne

informacije, kot so vnetljivost, toksičnost, korozivnost ali druge nevarne lastnosti snovi. To omogoča hitro identifikacijo nevarnosti in sprejemanje ustreznih zaščitnih ukrepov.

Na primer, **H220** – "Zelo vnetljiv plin" jasno kaže, da je snov zelo vnetljiva in da je treba pri ravnanju s to kemikalijo biti posebej pozoren na vire vžiga, kot so vročina, iskrenja ali odprti plameni. S tem je uporabniku omogočeno, da pravočasno sprejme ustrezne previdnostne ukrepe za zmanjšanje tveganja za požar ali eksplozijo.

2.3.2 P-STAVKI (precaution)

Savki, ki dajejo specifična priporočila in smernice za ravnanje z nevarnimi kemikalijami ter za zaščito ljudi, okolja in premoženja pred potencialnimi tveganji. P-stavki opisujejo ukrepe, ki jih je treba sprejeti za preprečevanje nesreč, kot so zaščita dihalnih poti, uporaba zaščitne opreme, pravilno shranjevanje kemikalij, ravnanje in odstranjevanje odpadkov. Namenjeni so zagotavljanju varnosti med uporabo kemikalij v različnih okoliščinah, bodisi v laboratorijih bodisi v industrijskih okoljih.

Na primer, **P210** – "Hraniti stran od vročine, iskrenj, odprtega ognja in drugih virov vžiga" daje jasno navodilo, da je treba kemikalijo hraniti v varnem okolju, kjer ni tveganja za stik z viri vžiga, s čimer se prepreči požar ali eksplozija. P-stavki tako pomagajo zmanjšati tveganje pri delu z nevarnimi snovmi, hkrati pa zagotavljajo smernice za pravilno zaščito uporabnikov.

Poleg tega so H in P stavki pogosto del zakonodaje, kot je Globalni sistem za usklajevanje razvrščanja in označevanja kemikalij (GHS), ki zagotavlja, da so te informacije standardizirane in enostavne za razumevanje v različnih državah in industrijah. Tako imajo uporabniki po vsem svetu dostop do enakih informacij in lahko dosledno izvajajo varnostne ukrepe, ne glede na to, kje se nahajajo.

2.4 Opozorilni znaki

Namen opozorilnih znakov je zagotoviti hitro in jasno prepoznavanje nevarnosti, povezane s kemikalijami ali drugimi nevarnimi snovmi, ter omogočiti uporabnikom, da sprejmejo ustrezne varnostne ukrepe za zaščito sebe, drugih ljudi in okolja. Opozorilni znaki so ključni za zagotavljanje varnosti pri ravnanju z nevarnimi snovmi in preprečevanje nesreč, poškodb ali negativnih vplivov na okolje. Opozorilni znaki so, v večini, del sistema GHS.

Opozorilni znaki se običajno prikazujejo z piktogramom, ki je enostavna slika, ki ponazarja vrsto nevarnosti, ali pa so označeni z GHS številko, ki je dodeljena posameznim nevarnostim. Na primer, **GHS06** označuje toksične snovi, medtem ko **GHS02** označuje vnetljive snovi. Piktogrami so jasni, enostavni za prepoznavanje in mednarodno razumljivi, kar omogoča hitro oceno nevarnosti in sprejemanje potrebnih zaščitnih ukrepov.

Piktogrami so lahko naslednji:

- **Piktogram za vnetljive snovi (GHS02)** – ta znak ponazarja snov, ki je lahko zelo vnetljiva, na primer pline, tekočine ali trdne snovi, ki lahko hitro zagorijo.
- **Piktogram za toksične snovi (GHS06)** – ta znak označuje snovi, ki so strupene in lahko povzročijo resne zdravstvene težave ali celo smrt ob zaužitju, vdihavanju ali stiku s kožo.
- **Piktogram za korozivne snovi (GHS05)** – označuje snovi, ki lahko povzročijo hude poškodbe tkiv ali materialov zaradi kemijske reakcije.



Slika 2: GHS06



Slika 3: GHS02



Slika 4: GHS05

Vsak opozorilni znak je ključnega pomena za varno ravnanje s kemikalijami v različnih okoljih, od laboratorijev do industrijskih obratov. Z uporabo teh opozorilnih znakov uporabniki hitro prepoznajo vrsto nevarnosti in vedo, katere zaščitne ukrepe morajo sprejeti, kot so nošenje osebne zaščitne opreme (rokavice, zaščitna očala, zaščitna obleka) ali preprečevanje stika s kožo in očmi.

2.5 Podatki

Za razvoj aplikacije za skeniranje kemikalij so ključnega pomena različni tipi podatkov, ki omogočajo natančno identifikacijo in razumevanje lastnosti kemikalij. Takšna aplikacija mora zagotavljati hitro in učinkovito iskanje ter prikazovanje fizičnih in kemijskih lastnosti kemikalij, ki so potrebne za varno in pravilno ravnanje z njimi.

Glavni vir podatkov za to aplikacijo so:

1. Fizične lastnosti kemikalij – vključujejo podatke, kot so molekulska masa, gostota, vrelišče, tališče, topnost v vodi in druge lastnosti, ki omogočajo analizo obnašanja kemikalij v različnih okoljih.
2. Varnostne informacije – informacije, kot so opozorilni znaki, H in P stavki, nevarnosti za zdravje in okolje, ter priporočila za ravnanje in shranjevanje, so ključne za zagotavljanje varnosti pri uporabi kemikalij. Te informacije vključujejo podatke o toksičnosti, vnetljivosti, korozivnosti in drugih nevarnostih.

Zbiranje podatkov za to aplikacijo se izkaže za precej zahtevno, še posebej pri kompleksnih kemikalijah. Velik izziv predstavlja dejstvo, da niso vsi podatki vedno na voljo, oziroma so podatki na varnostnih listih pogosto različni ali pomanjkljivi. To pomeni, da je za zagotavljanje točnih in konsistentnih podatkov potrebno poiskati več različnih virov in primerjati informacije.

Pri nekaterih kemikalijah se podatki lahko razlikujejo glede na proizvajalca ali različne verzije varnostnih listov, kar lahko povzroči zmedo pri uporabi kemikalij.

Del tabele, z podatki je na voljo v prilogi [\[1\]](#).

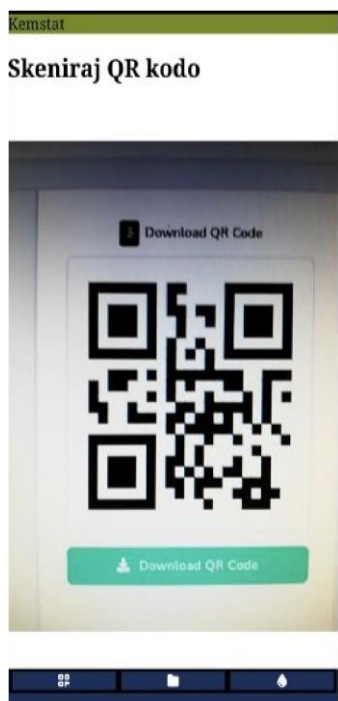
3. FUNKCIONALNOST APLIKACIJE

Izdelana aplikacija je namenjena generalnemu vodenju inventarja vseh vrst. Glede na potrebe organizacije se lahko preprosto prilagodi za njihove potrebe. Omogoča vodenje inventarja raznih tipov, npr. Kemikalije, elektronske komponente, živila. Uporabnik ob registraciji za rabo aplikacije določi vrsto inventarja – katere informacije želijo hraniti, nato pa aplikacija za vsak vnesen izdelek generira QR kodo, ki ob skenu z aplikacijo izpiše želene podatke.

Prav tako omogoča vnos porab in novih zalog. Zaloge lahko dodaja zgolj nadzorna oseba, razen če le ta, to funkcionalnost omogoči tudi drugim članom iste organizacije. Vnos in poraba se izvajajo

ChemScan : aplikacija za učinkovito evidentiranje kemikalij v šolskem laboratoriju

na principu QR kod izdelkov. Za vnos porab mora uporabnik preprosto izbrati možnost za vnos porab v krmilni vrstici.



Slika 5: Skeniranje QR kode



Slika 6: Izpis podatkov



Slika 7: Vnos porabe / zaloge

Aplikacija poleg vnesenih informacij omogoča izris informativnih piktogramov, ki jih v naprej določi nadzorna oseba neke organizacije.

Za dostop do informacij se v aplikacijo nov uporabnik mora prijaviti. Vrste uporabniških računov pa se delijo na 2 tipa:

- Samostojni in neprofitni,
- Organizacije.

Tipa računa se razlikujeta po njunem namenu in funkcionalnosti.

3.1 Tipi računov

3.1.1 Samostojni

Namenjeni posameznikom za neprofitno rabo. Uporabniku omogoča vodenje inventarja ene (1) vrste materjala. Izbira lahko med nekaj naprej določenimi tipi:

- Kemikalije,
- Elektronske komponente,
- Živila,
- Gradbeni material.

Prav tako pa je omejena na zgolj 1 račun, ki do tega inventarja lahko dostopa.

3.1.2 Organizacije

Namenjen organizacijam ter podjetnikom. Uporabnikom omogoča vodenje neomejene količine tipov inventarja, prav tako pa omogoča ustvarjanje lastnih tipov inventarja.

Do inventarja lahko dostopa neomejeno število uporabnikov znotraj lastne organizacije, ki jih nadzirajo nadzorniki (lastnik organizacije). Nadzorniki lahko ustvarjajo / brišejo uporabnike znotraj svoje organizacije ter jim dodajajo ali odvzemajo pravice za dostop do inventarjev.

3.1.3 Nadzorni

Tip računa znotraj organizacije, namenjen za organiziranje in nadzor uporabnikov ter inventarja neke organizacije. Nadzorne račune se ustvari ob stvaritvi organizacije. Njihova naloga je nadzor nad porabo inventarja in pomoč članom organizacije pri prijavi (ponastavitev gesla ipd.).

3.2 Delovanje

Aplikacija je razvita v 2 delih. Uporabniški ter nadzorniški vmesnik. Uporabniški vmesnik je PWA (progressive web application) zaradi lažje distribucije ter gradnje aplikacij za vse mobilne sisteme (IOS, Android), lažje integracije RestAPI-jev zaradi rabje Java scripta ter vsesplošnega lažjega razvoja.

3.2.1 Uporabniški vmesnik

Gre za mobilno aplikacijo, kjer se uporabniki lahko prijavijo ter dostopajo do podatkov svojih organizacij.

Uporabniški vmesnik komunicira z zaledjem, ki ga poganja NodeJS za izvajanje splošnih poizvedb v podatkovno bazo MariaDB.

ChemScan : aplikacija za učinkovito evidentiranje kemikalij v šolskem laboratoriju

Aplikacija zaradi visoke pristopne cene ni na voljo za IOS naprave, le te lahko dostopajo do storitve preko spletnega mesta (ob času pisanja še ni javno dostopno).

Ko uporabnik poskenira QR kodo na embalaži, aplikacija pošlje POST zahtevo v zaledje, kjer je le ta varno pregledana in, v primeru da ima uporabnik vse potrebne pravice, izvršena. Zaledje na zahtevo odgovori z podatki v formatu JSON, ki so nato uporabniku prikazani.

3.2.2 Nadzorniški vmesnik

Je kompleksnejša spletna aplikacija, ki je zaradi povišane varnosti spisana v PHP programskem jeziku. V kolikor je to mogoče, če ima organizacija statične IP naslove, je dostop do nadzorniškega vmesnika omejena na organizacijino lokalno omrežje.

Prav tako sta zaledji za nadzorniški ter uporabniški vmesnik ločeni na dva različna virtualna računalnika, kar še dodatno okrepi varnost.

Nadzorniki preko vmesnika, lahko nadzirajo člane svoje organizacije, kot tudi inventarje vseh vrst. Vse spremembe v nadzorniškem vmesniku se preko POST zahtev prenesejo v PHP zaledje kjer so varno odbelane in izvedene.

4. MERITVE

Za izvedbo meritev smo si izbrali 5 naključnih oseb, ki so ali niso poznavalci iskanja varnostnih podatkov o kemikalijah. Prvi sklop iskanja podatkov o kemikalijah je zajemalo iskanje s pomočjo tiskane verzije podatkov, ki jih imamo v laboratoriju, drugo iskanje s pomočjo mobilnega telefona in tretje s pomočjo naše aplikacije ChemScan. Za vsak tip iskanja podatkov smo izmerili čas iskanja v sekundah.

Meritve smo zbrali v tabeli:

Tabela 1: Merjenje časa iskanja podatkov o kemikalijah v odvisnosti od vrste podatkovnega vira.

OSEBA	TISKANA VERZIJA PODATKOV (s)	MOBILNI TELEFON – ISKANJE NA SPLETU (s)	APLIKACIJA CHEMSCAN (s)
1	18,85	10,17	1,50
2	51,51	34,63	2,71
3	36,87	15,01	1,89
4	55,74	39,15	2,23
5	47,58	25,42	2,49

5. ZAKLJUČEK

5.1 Analiza hipotez

1. Uporabniško olajšanje - POTRJENA

Uporaba aplikacije, ki omogoča enostavnejši dostop do informacij o kemikalijah (kot so molekulska masa, gostota, tališče itd.) bo izboljšala hitrost in natančnost dela v laboratoriju.

Raba aplikacije opazno zmanjša čas potreben za pridobitev neke informacije o določeni kemikaliji.

2. Zmanjšanje napak -DELNO POTRJENA

Uvedba aplikacije z opozorili na nevarnosti (oznake za nevarnost in HP stavki) bo zmanjšala število napak pri delu s kemikalijami v laboratoriju.

Raba aplikacije sicer omogoči hitrejši dostop do točnih informacij, vendar ne more rešiti problema človeškega faktorja- še vedno lahko narobe interpretiramo ključne vrednosti.

3. Učni proces -OVRŽENA

Uporaba interaktivne aplikacije za pregled lastnosti kemikalij bo povečala razumevanje in pomnjenje kemijskih lastnosti pri dijakih srednjih šol v primerjavi z klasičnimi učbeniki.

Raba aplikacije ne pomaga pri razumevanju ali pojmovanju. K pouku lahko uvede moteči faktor - mobilne naprave.

4. Dostopnost informacij -POTRJENA

Aplikacija, ki omogoča iskanje po različnih parametrih kemikalij (npr. stanje pri sobni temperaturi ali topnost) bo zmanjšala čas potreben za pridobivanje specifičnih informacij v primerjavi z ročnim iskanjem na internetu ali učbenikih.

Dokler so iskane informacije v podatkovni bazi aplikacije, je dostop do le teh mnogokrat hitrejši v primerjavi z klasičnimi metodami.

5. Varnost -OVRŽENA

Prikaz varnostnih oznak v aplikacij bo zmanjšala število nevarnih situacij ali napačne uporabe kemikalij med laboratorijskim vajam.

Med praktičnim delom, se le majhen odstotek nesreč zgodi zaradi napačne rabe kemikalij. Problem lahko večinoma pripišemo neprevidnosti.

5.2 Zaključek

Z raziskovalno nalogo smo ugotovili, da digitalizacija podatkov o kemikalijah pomembno izboljša delovno izkušnjo ter poveča varnost pri praktičnem delu. Uporaba aplikacije, ki omogoča dostop do podatkov o kemikalijah, omogoči enostaven in hiter dostop do potrebnih informacij med poukom ali eksperimentiranjem. Poleg tega pa spodbudi večje zanimanje in angažiranost dijakov, saj jim omogoči, da pri delu uporabljajo sodobno tehnologijo, kar pripomore k večjemu učenju in boljši izkušnji.

Na splošno, je aplikacija za hiter dostop do podatkov o nekem materialu ključnega pomena za vsako delavnico, laboratorij in učilnico, kjer se redno srečamo z problemom iskanja podatkov po mnogih razdrobljenih virih. Z centralizacijo vseh podatkov v mobilno aplikacijo prihranimo ogromno časa pri iskanju ter si zagotovimo dostop do verodostojnih informacij.

5. Viri in literatura

5.1 Viri literature

[1]

Carl Roth

URL: <https://www.carlroth.com/com/en/>,

Datum pridobitve: 08.02.2025

[2]

Sigma Aldrich

URL: <https://www.sigmaaldrich.com/SI/en/>,

Datum pridobitve: 08.02.2025

5.2 Viri slik

Slika 1

URL: <https://zssszaupnikvzd.si/baza-znanja/obremenitve-pri-delu/kemijske/varnostni-listi/varnostni-listi/>

Datum pridobitve: 5.03.2025

Slika 2

URL: <https://www.msds-europe.com/sl/piktogrami-za-nevarnosti/ghs06-hazard-pictogram-2/> Datum pridobitve: 5.03.2025]

Slika 3

URL: <https://www.discountsafety signsaustralia.com.au/wp-content/uploads/2019/05/GHS02768x768.jpg>

Datum pridobitve: 5.03.2025

Slika 4

URL: <https://www.hein.eu/media/wysiwyg/Lexikon/5.png>

Datum pridobitve: 5.03.2025

PRILOGA 1 – Tabela

IME	FORMULA	MOLSKA MASA	VRELIŠČE	TALIŠČE	GOSTOTA	TOPNOST pri 20°C	OZNAKE	HP STAVKI
(-) Borneol	C ₁₀ H ₁₈ O	154,3	210°C	208- 209°C	ni določena	0,6 g/l	GHS02, GHS07	H228, H315, P210, P302+P35 2, P332+P31 3
1,2-dikloroetan	C ₂ H ₄ Cl ₂	98,97	83°C	-39°C	1,25 g/L	7,9 g/l	GHS02, GHS06, GHS07	H225, H302, H304, H315, H319, H331, H335, H350, P202 ,P21 0, P301+P31 0, P303+P36 1+P353, , P305+P35 1+P338 P308+P31 3
1,6diaminoheksan ali heksametilen diamin	C ₆ H ₁₆ N ₂	116,2	204°C	44°C	0,83 g/L	637 g/l	GHS07, GHS08,	H302+H3 12, H314 , H335, P260,P270 , P280
1,10fenantrolin monohidrat	C ₁₂ H ₈ N ₂ · H ₂ O	198,22	-	154°C	ni določena	razredčljiva	GHS06, GHS09	H301 ,H4 10, P73, P301+P31 0