



**Integrirani laboratorij za
primarne i sekundarne sirovine**

virtulab.rgn.unizg.hr
info@virtulab.rgn.unizg.hr

Popis usluga i analitičkih postupaka *Integriranog laboratorija za primarne i sekundarne sirovine* **Virtulab**



Europska unija
Zajedno do fondova EU



**EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDOVI**



Operativni program
**KONKURENTNOST
I KOHEZIJA**

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj

Sadržaj

Popis VIRTULAB laboratorija	3
Uvod	5
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) Sveučilišta u Zagrebu .	10
Virtu-FKIT-1 Virtualni laboratorij za istraživanje i razvoj materijala.....	10
Geotehnički fakultet (GFV) Sveučilišta u Zagrebu	14
Virtu-GFV-1 Laboratorij za inženjerstvo okoliša	14
Virtu-GFV-2 Laboratorij za geokemiju okoliša	18
Virtu-GFV-3 Geotehnički laboratorij.....	20
Metalurški fakultet (MF) Sveučilišta u Zagrebu	23
Virtu-LaMiTeh-1.1 Laboratorij za razvoj i primjenu materijala.....	23
Virtu-LaMiTeh-1.2 Laboratorij za željezo, čelik i ljevarstvo	24
Virtu-LaMiTeh-1.3 Laboratorij za fiziku i strukturna ispitivanja	26
Virtu-LaMiTeh-1.4 Laboratorij za obradu kovina deformiranjem	27
Virtu-LaMiTeh-1.5 Laboratorij za kemiju, hidrometalurgiju i korozijska ispitivanja.....	28
Prehrambeno-biotehnološki fakultet (PBF) Sveučilišta u Zagrebu	32
Virtu-PBF-1 Laboratorij za biokemijsko inženjerstvo, industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju piva i slada	32
Rudarsko-geološko-naftni fakultet (RGNF) Sveučilišta u Zagrebu	36
Virtu-RGNF-1 Geomehanički laboratorija.....	36
Virtu-RGNF-2 Laboratorij za električna mjerenja i instrumentaciju	38
Virtu-RGNF-3 Laboratorij za oplemenjivanje mineralnih sirovina i zaštitu okoliša.....	39
Virtu-RGNF-4 Laboratorij za geofizička istraživanja.....	42
Virtu-RGNF-5 Laboratorij za analizu geoloških materijala	43
Zahvale	47

Popis **VIRTULAB** laboratorija

Sastavnice i laboratoriji Integriranog laboratorija za primarne i sekundarne sirovine – VIRTULAB su:

A) Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

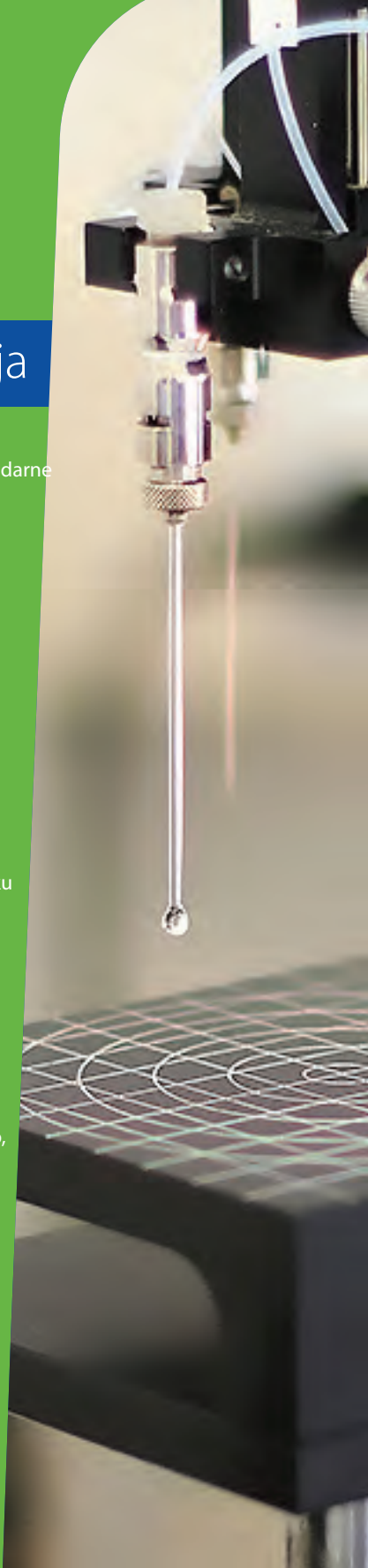
- a.1.** (Virtu-FKIT-1) - Virtualni laboratorij za istraživanje i razvoj materijala

B) Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- b.1.** (Virtu-GFV-3) - Laboratorij za inženjerstvo okoliša, Zavod za inženjerstvo okoliša
- b.2.** (Virtu-GFV-2) - Laboratorij za geokemiju okoliša, Zavod za hidrotehniku
- b.3.** (Virtu-GFV-1) - Geotehnički laboratorij, Zavod za geotehniku

C) Metalurški fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- c.5.** LaMiTeh
 - c.5.1. (Virtu-LaMiTeh-1.1) - Laboratorij za razvoj i primjenu materijala, Zavod za fizičku metalurgiju
 - c.5.2. (Virtu-LaMiTeh-1.2) - Laboratorij za fiziku i strukturna ispitivanja, Zavod za fizičku metalurgiju
 - c.5.3. (Virtu-LaMiTeh-1.3) - Laboratorij za željezo, čelik i ljevarstvo, Zavod za procesnu metalurgiju
 - c.5.4. (Virtu-LaMiTeh-1.4) - Laboratorij za obradu kovina deformiranjem, Zavod za mehaničku metalurgiju
 - c.5.5. (Virtu-LaMiTeh-1.5) - Laboratorij za kemiju, hidrometalurgiju i korozijska ispitivanja, Zavod za procesnu metalurgiju





D) Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- d.1.** (Virtu-PBF-1) - Laboratorij za biokemijsko inženjerstvo, industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju piva i slada, Zavod za biokemijsko inženjerstvo

E) Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- e.1.** (Virtu-RGNF-1) - Geomehanički laboratorij, Zavod za rudarstvo i geotehniku
- e.2.** (Virtu-RGNF-2) - Laboratorij za električna mjerenja i instrumentaciju, Zavod za rudarstvo i geotehniku
- e.3.** (Virtu-RGNF-3) - Laboratorij za oplemenjivanje mineralnih sirovina i zaštitu okoliša, Zavod za rudarstvo i geotehniku
- e.4.** (Virtu-RGNF-4) - Laboratorij za geofizička istraživanja, Zavod za geofizička istraživanja i rudarska mjerenja
- e.5.** (Virtu-RGNF-5) - Laboratorij za analizu geoloških materijala, Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine



Uvod

Dobrodošli u VIRTULAB - Integrirani laboratorij za primarne i sekundarne sirovine.

Ideja o virtualnom povezivanju petnaest laboratorija, koji obavljaju različite analize primarnih i sekundarnih sirovina, rodila se 2015. godine. Tada je pet sastavnica Sveučilišta u Zagrebu započelo intenzivnu suradnju unutar konzorcija EIT Raw Materials. Mogućnost povećanja konkurentnosti i podizanja analitičkih sposobnosti u odnosu na europske kolege, sastavnice su uvidjele u integraciji postojećih resursa i uvođenju novog suvremenog instrumentarija. Sinergija sastavnica rezultirala je prijavom infrastrukturnog projekta VIRTULAB. Od ideje do realizacije prošlo je 7 godina...

Tko smo?

15 = 1

VIRTULAB je virtualno umreženi znanstveno-istraživački laboratorij za primarne i sekundarne sirovine. Nastao je opremanjem i integracijom petnaest laboratorija na pet sastavnica Sveučilišta u Zagrebu. Rezultat je provedbe projekta „VIRTULAB – Integrirani laboratorij za primarne i sekundarne sirovine“, sufinanciranog sredstvima Europske unije. Projekt je realiziran iz Europskog fonda za regionalni razvoj putem Ograničenog poziva na dostavu projektnih prijedloga „Ulaganje u organizacijsku reformu i infrastrukturu u sektoru istraživanja, razvoja i inovacija“, referentnog broja KK.01.1.1.02. (studeni 2018. do srpanj 2021. godine). Virtualno umrežavanje, kao završna faza integracije postojećih laboratorija, ostvareno je implementacijom po mjeri krojene softverske aplikacije VIRTULAB.

Naši ciljevi:

1. Jačanje kvalitete znanstvenih istraživanja kroz uvođenje suvremene te poboljšanu dostupnost postojeće instrumentacije.
2. Povećanje produktivnosti odnosno broja znanstveno-istraživačkih radova i broja prijava kompetitivnih znanstvenih i inovativnih projekata.
3. Poboljšanje kvalitete nastave uz jačanje kompetencija studenata i time njihove konkurentnosti i zapošljivosti na tržištu rada.
4. Transfer znanja i inovacija prema gospodarstvu.

Što nudimo vanjskim korisnicima?

Nudimo Vam aktivnu podršku prilikom rješavanja poslovnih izazova:

1. Konzultacije.
2. Idejna rješenja.
3. Izlazak na teren.
4. Uzorkovanje.
5. Ispitivanje.
6. Izvještavanje.

Sukladno postavljenim ciljevima težimo prijenosu znanja i inovacija iz istraživanja u gospodarski sektor. Popis usluga i analitičkih postupaka nalazi se u nastavku brošure. Za još jednostavniji pristup tu je aplikacija Virtulab.

Zašto odabrati VIRTULAB?

VIRTULAB je jedinstvena platforma s velikim skupom usluga, analitičkih postupaka, znanja i ekspertize o primarnim i sekundarnim sirovinama koja obuhvaća:

- 15 laboratorija
- 100+ znanstvenika
- 30+ komada kapitalne opreme
- 430+ komada sitne i srednje opreme
- 300+ analitičkih postupaka

Kako pristupiti?

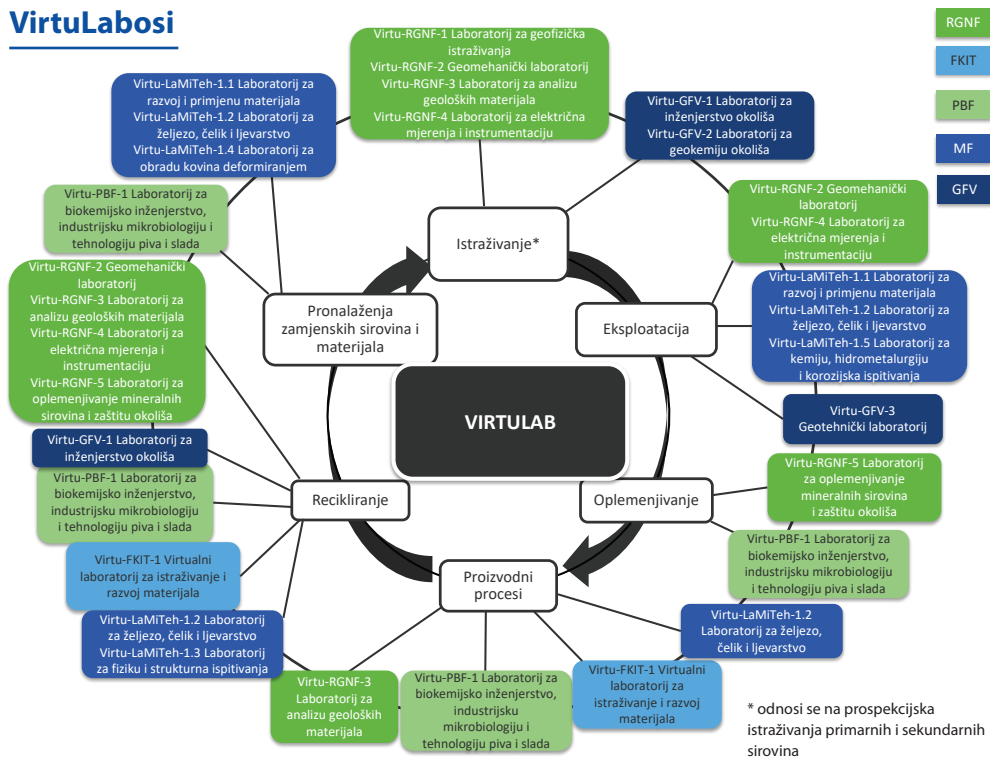
Ne znate kome uputiti upit? S VIRTULAB platformom ne morate tražiti. U par klikova dostupne su Vam analize svih uključenih sastavnica. Upit kroz web sučelje aplikacije Virtulab na www.virtulab.rgn.unizg.hr rezultira izradom automatizirane informativne ponude a za daljnje dogovore smo Vam na raspolaganju.

Virtulab i primarne i sekundarne sirovine

Pronalaženje, prenamjena ili ponovna primjena sirovina je pokretač i poveznica znanstvene zajednice i gospodarstva. Istraživačka shema VIRTULAB-a u nastavku prikazuje analitičke mogućnosti unutar životnog ciklusa primarnih i sekundarnih sirovina te područja ekspertize uključenih laboratorija. VIRTULAB sadrži istraživačke kapacitete koji zadovoljavaju potrebe:

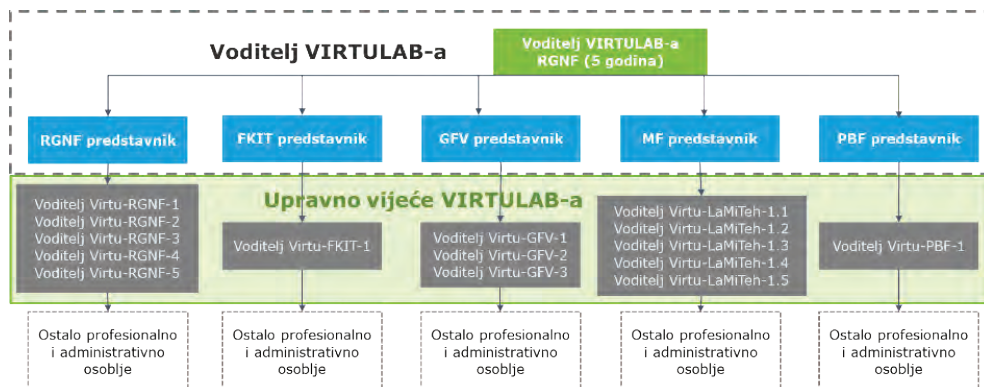
- Prospekcijskih istraživanja primarnih i sekundarnih sirovina.
- Eksploatacije.
- Oplemenjivanja.
- Proizvodnih procesa.
- Recikliranja.
- Pronalaženja zamjenskih sirovina.

VirtuLabosi



Struktura i organizacija Virtulab-a

Voditelj VIRTULAB-a odgovoran je za organizaciju rada u skladu s načelima dobre laboratorijske prakse, načelima i vrijednostima u znanosti i visokom obrazovanju i koordinaciju između svih partnerskih organizacija prilikom provođenja zajedničkih poslovnih i znanstveno-istraživačkih procesa VIRTULAB-a. Podršku voditelju VIRTULAB-a daje Upravno vijeće, sastavljeno od petnaest voditelja laboratorijskih jedinica partnerskih organizacija. Upravljanje VIRTULAB-om nakon isteka početnog petogodišnjeg razdoblja praćenja odvijat će se rotacijski i to na način da Upravno vijeće između svojih članova svake godine bira novog Voditelja VIRTULAB-a.







Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT)

Sveučilišta u Zagrebu



Virtu-FKIT-1 Virtualni laboratorij za istraživanje i razvoj materijala

Djelatnost laboratorija

Virtualni laboratorij za istraživanje i razvoj materijala jest virtualni laboratorij koji uključuje dijelove pojedinih zavoda fakulteta (Zavod za fizikalnu kemiju, Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku kemijsku tehnologiju, Zavod za anorgansku kemijsku tehnologiju i nemetale, Zavod za inženjerstvo površina polimernih materijala) zajedno s pripadajućom opremom.



Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratorij pruža usluge u sljedećim fazama ciklusa primarnih i sekundarnih sirovina:

- Prospekcijska istraživanja primarnih i sekundarnih sirovina, posebice onih koji uključuju polimernu komponentu,
- Proizvodni procesi — praćenje kvalitete primarnih i sekundarnih sirovina,
- Recikliranje — praćenje kvalitete sekundarnih sirovina, praćenje kvalitete finalnih proizvoda postupaka recikliranja.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Termogravimetrijska analiza materijala, TGA (određivanje toplinske postojanosti, udjela hlapive tvari, udjela anorganskoga punila, stupnjeva razgradnje materijala, kinetike toplinske razgradnje).

Analiza materijala diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom, DSC (određivanje toplinskih prijelaza, specifičnoga toplinskoga kapaciteta, oksidacijske induksijske temperature i vremena, kinetike polimerizacije, kristalizacije, termooksidativne razgradnje i sl.).

Mehanička karakterizacija polimernog materijala (određivanje rastezne čvrstoće i modula, relaksacija naprezanja, određivanje histereze pri cikličkome naprezanju, određivanje čvrstoće zarezom – *tear*, čvrstoće lijepljenoga spoja – *peel*, udarne čvrstoće – IZOD, tvrdoće po Shoreu).

Reološka karakterizacija polimernih taljevina [određivanje masenoga protoka taljevina – MFR, određivanje viskoznosti kapljevine, reološke krivulje, određivanje temperaturne ovisnosti viskoznosti, određivanje tiksotropije i reopeksije, dinamička mehanička analiza, DMA, za određivanje viskoelastičnih svojstava – primarnih (modul pohrane, modul gubitka, tangens kuta gubitka) i sekundarnih viskoelastičnih funkcija (puzanje i oporavak, modul puzanja kao reološko svojstvo krutina, procjena trajnosti materijala po načelu vremensko temperaturne superpozicije), određivanje viskoznosti po Fordu.

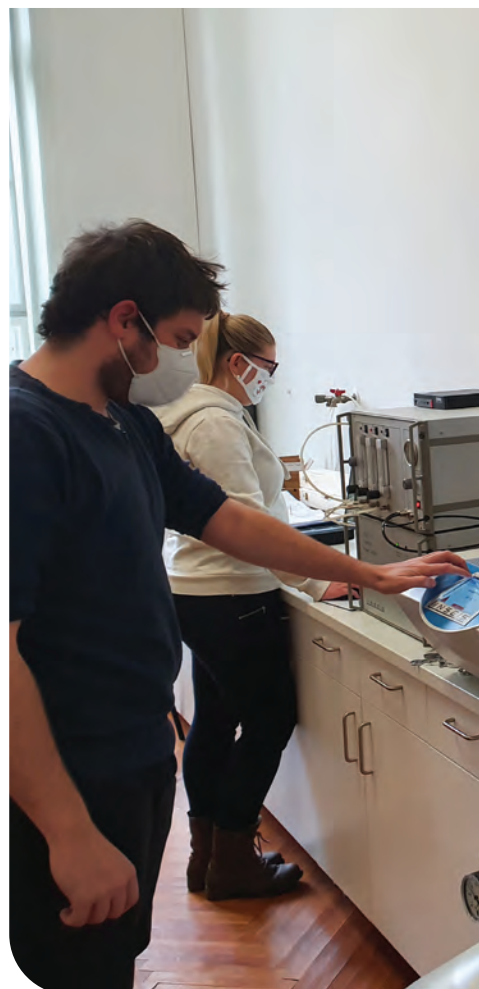
Površinska karakterizacija materijala (određivanje kontaktnoga kuta – s vodom i drugim kapljevinama, određivanje slobodne površinske energije, histereze kontaktnoga kuta, napetosti površine kapljevine).

Strukturna karakterizacija materijala kvalitativnom rendgenskom difrakcijskom analizom (XRD).

Fizikalno-kemijska analiza materijala (određivanje sadržaja vlage, nasipne gustoće, udjela punila ekstrakcijom po Soxhletu, elementarnog sastava).

Određivanje postojanosti polimernih materijala testom ubrzanoga starenja.

Određivanje propusnosti polimernih materijala za vodenu paru.







Geotehnički fakultet (GFV)

Sveučilišta u Zagrebu



Virtu-GFV-1 Laboratorij za inženjerstvo okoliša

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za inženjerstvo okoliša najmlađi je laboratorij u sastavu Geotehničkog fakulteta. Otvoren je 20. travnja 2018. godine u sklopu Dana otvorenih vrata. Aktivnosti Laboratorija su orijentirane na rad u području gospodarenja otpadom s naglaskom na iznalaženje novih mogućnosti obrade i recikliranja otpada, ispitivanje mehaničkih i fizikalno-kemijskih svojstava otpada, ispitivanje i oplemenjivanje mineralnih sirovina, problematike i obrade otpadnih voda, problematike pročišćavanja otpadnih plinova, razvoju i primjeni senzora za određivanje i praćenje komponenti u okolišu i industriji, primjeni naprednih analitičkih metoda za monitoring okoliša, energetske učinkovitost i korištenje obnovljivih izvora energije.

Laboratorij za inženjerstvo okoliša čine 4 odvojene jedinice:

- Jedinica za obradu i ispitivanje mineralnih sirovina i otpada
- Jedinica za mehaniku otpada
- Jedinica za procesno inženjerstvo
- Jedinica za kemijske senzore



Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Sva oprema nabavljena kroz projekt VIRTULAB smještena je u Laboratorij za inženjerstvo okoliša. Implementacijom opreme kroz VIRTULAB postojeće djelatnosti Laboratorija za inženjerstvo okoliša proširene su slijedećim uslugama:

- Prijenosnim analizatorom plinova omogućeno je utvrđivanje mogućih nepoželjnih emisija u zrak sekundarnih mineralnih sirovina prije njihovog povratka na tržište.

- „Force Actuator“-om omogućeno je ispitivanje reoloških svojstava zamjenskih (primarnih i sekundarnih) materijala, odnosno ispitivanje fenomena puzanja materijala pod konstantnim opterećenjem.
- „Bender Element System“ omogućava utvrđivanje maksimalnog modula posmika (G_{max}) i modula promjene volumena K pri vrlo malim deformacijama.
- „Infinite Volume Controller“-om i „Enterprise Level Pressure Controller“-om omogućeno je provođenje ispitivanja u triaksijalnoj ćeliji na izrazito stišljivim materijalima bez potrebe za prekidanjem pokusa.
- Sustavom za elektrokemijska mjerenja i impedanciju omogućene su amperometrijske, voltometrijske i impedancijske analize za karakterizaciju metalnih površina i materijala u segmentu recikliranja i uporabe otpadnih materijala.
- Sjekačom i drobilicom omogućena je priprema i usitnjavanje mekih i krutih uzoraka sekundarnih sirovina za potrebe daljnjih ispitivanja.
- Prijenosnim UV-VIS-om omogućeno je spektrofotometrijsko određivanje i karakterizacija različitih uzoraka u laboratoriju i na terenu.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Određivanje vlažnosti otpada	ASTM D 2216 (ako je primjenljivo)
Određivanje granulometrijskog sastava otpada	
Određivanje gustoće čvrstih čestica otpada vodenim piknometrom	ASTM D 854 (ako je primjenljivo)
Određivanje gustoće čvrstih čestica otpada plinskim piknometrom	ASTM D5550 (ako je primjenljivo)
Obujamska gustoća otpada – suha najmanja	ASTM D4254 (ako je primjenljivo)
Obujamska gustoća otpada – suha najveća	ASTM D4253 (ako je primjenljivo)
Određivanje udjela organske tvari žarenjem	ASTM D2974 (ako je primjenljivo)
CBR pokus na otpadu	ASTM D1883 (ako je primjenljivo)
Laboratorijsko ispitivanje značajki zbijanja otpada (standardni Proctor)	ASTM D698 (ako je primjenljivo)
Laboratorijsko ispitivanje značajki zbijanja otpada (modificirani Proctor).	ASTM D1557 (ako je primjenljivo)
Laboratorijsko ispitivanje značajki zbijanja otpada (vibro stol).	ASTM D4253 (ako je primjenljivo)
Ispitivanje svojstava otpada pri jednodimenzionalnoj konsolidaciji (edometar promjera uzorka 6 cm) – inkrementalno opterećenje	ASTM D2435 (ako je primjenljivo)

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Ispitivanje svojstava otpada pri jednodimenzionalnoj konsolidaciji (edometar promjera uzorka 6 cm) – kontrolirani prirast deformacije	ASTM D4186 (ako je primjenljivo)
Ispitivanje svojstava otpada pri jednodimenzionalnoj konsolidaciji (edometar promjera uzorka 15 cm) – inkrementalno opterećenje	ASTM D2435 (ako je primjenljivo)
Ispitivanje svojstava otpada pri jednodimenzionalnoj konsolidaciji (edometar promjera uzorka 50 cm) – inkrementalno opterećenje	ASTM D2435 (ako je primjenljivo)
Ispitivanje svojstava otpada pri jednodimenzionalnoj konsolidaciji (edometar promjera uzorka 50 cm) – kontrolirani prirast deformacije	ASTM D4186 (ako je primjenljivo)
Indirektno određivanje koeficijenta propusnosti otpada na osnovu rezultata edometarskog pokusa	
Određivanje koeficijenta propusnosti otpada u edometarskom uređaju – metoda konstantnog tlaka – promjer uzorka 6 cm	
Određivanje koeficijenta propusnosti otpada u triaksijalnom uređaju – metoda konstantnog tlaka	
Provođenje pokusa pri cikličkom opterećenju u triaksijalnom uređaju	
Mjerenje koeficijenta bočnog naprezanja u stanju mirovanja „K-Zero” na uzorku otpada u triaksijalnom uređaju	
Određivanje drenirane posmične čvrstoće otpada pri troosnom posmiku bez mjerenja pornog tlaka – CD pokus	ASTM D7181 (ako je primjenljivo)
Određivanje drenirane i nedrenirane posmične čvrstoće otpada pri troosnom posmiku s mjerenjem pornog tlaka – CU pokus	ASTM D4767 (ako je primjenljivo)
Određivanje nedrenirane posmične čvrstoće otpada pri troosnom posmiku s mjerenjem pornog tlaka – UU pokus	ASTM D2850 (ako je primjenljivo)
Određivanje modula posmika G_{max} na otpadu u triaksijalnom uređaju	
Simulacija postupka biosušenja otpada	
Simulacija postupka kompostiranja otpada	
Mjerenje pH vrijednosti otopine	
Mjerenje konduktiviteta	
Leaching test	HRN EN 12457-2:2002
Mjerenje plinova na odlagalištima otpada	kalibracija prema ISO17025; metode 3A i 2, iz poglavlja 10.3, U.S. Environmental Protection Agency updated New Source Performance Standards (NSPS), Emission Guidelines (EG)

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Mjerenje plinova industrijskim analizatorom dimnih plinova (CO, NO, NO ₂ , SO ₂ , H ₂ S, C _x H _y , CO ₂)	DIN EN 50270:2015, DIN EN 50581:2013, EN 300 328 V2.1.1, EN 301 489-1, EN 301489-17
Spektrofotometrija	ASTM D156, ASTM D5326, ASTM D1003
Amperometrijske, voltometrijske i impendancijske analize	ASTM C1202 – 19, ASTM G102, ASTM G59, ASTM G106
Usitnjavanje mekših otpadnih materijala sjekačem	
Usitnjavanje krućih otpadnih materijala drobilicom	
Usitnjavanje uzoraka u cijevnom mlinu s kuglama ili palicama promjera 200 mm	
Usitnjavanje uzoraka u keramičkom cijevnom mlinu promjera 200 mm	
Određivanje granulometrijskog sastava areometriranjem metodama po Cassagrandeu i Andreasenu	
Ispitivanje tlačne čvrstoće u preši s silom do 400 kN	
Izrada briketa u kalupu A=20 cm ² uz tlak do 200 MPa	
Određivanje vlačne čvrstoće uzoraka betona savijanjem Michaelisovom vagom	
Određivanje vremena vezivanja i stvrdnjavanja Vikatovom iglom	
Sušenje uzoraka	
Priprema uzoraka na vibracijskom stolu frekvencije 50 Hz amplitude od 0,1 do 1,0 mm	
Flotacija u Halimond vijevi	
Usitnjavanje uzoraka u mlinu čekičaru otvora 60 mm	
Peletiranje u laboratorijskom opeletirnom tanjuru promjera 400 mm	
Priprema uzoraka giracionom laboratorijskom mješalicom 3 dm ³	
Određivanje sadržaja pepela u ugljenu pt-analizama	
Izdvajanje teških $\rho > 2,88 \text{ g/cm}^3$ minerala pt-postupkom	
Prženje uzoraka mufolnom peći do 1200°C	

Virtu-GFV-2 Laboratorij za geokemiju okoliša

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za geokemiju okoliša u sastavu je Zavoda za hidrotehniku Geotehničkog fakulteta i opremljen je instrumentima i pratećom opremom za uzorkovanje i analizu prirodnih i otpadnih voda, tala i sedimenata. Za terensku nastavu studenata nabavljen je jedan terenski laboratorij za analizu voda i otpadnih voda, te prijenosni laboratorij za analizu voda i tla. Oprema laboratorija zadovoljava sve kriterije za određivanje osnovnih pokazatelja onečišćenja podzemnih i površinskih voda, tla i sedimenata poput npr. teških metala, hranjivih soli dušika i fosfora, nekih organskih pokazatelja onečišćenja, umjetnih traseira koji služe obilježavanju podzemnih tokova vode i sl.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratorij će prvenstveno provoditi analize osnovnih pokazatelja onečišćenja poput npr. teških metala, najčešćih aniona i kationa te nekih organskih pokazatelja onečišćenja u filtratu nastalom prilikom „leaching“ testa na sekundarnim mineralnim sirovinama.

Analize koje se u sklopu projekta VIRTULAB mogu provoditi su:

a) Fizikalna i kemijska svojstva filtrata:

- atomska apsorpcijska spektrometrija: Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Zn
- spektrofotometrijsko određivanje amonijaka, nitrita, nitrata, ukupnog dušika, bromida, fenola, fluorida, fosfata, jodida, klorida, sulfida, sulfata, sulfita, šesterovalentnog kroma
- turbidimetrijsko određivanje suspendirane tvari i mutnoće
- kemijska potrošnja kisika (KPK) i biološka potrošnja kisika (BPK₅)
- alkalitet, ukupna tvrdoća, karbonatna tvrdoća, nekarbonatna tvrdoća, kalcijeva tvrdoća, magnezijeva tvrdoća
- slobodni CO₂, koncentracija otopljenog kisika i zasićenost kisikom
- pH, električna vodljivost, ukupna otopljena tvar (TDS)

b) Ukupni organski ugljik i ukupni dušik – TOC/DOC/TN



Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Određivanje sume kalcija i magnezija	HRN ISO 6059
Određivanje pH vode	HRN EN ISO 10523
Određivanje pH tla	HRN ISO 10390
Određivanje električne vodljivosti	HRN ISO 7888
Određivanje otopljenog kisika	
Određivanje ukupne otopljene tvari	
Određivanje mutnoće	HRN EN ISO 7027
Određivanje ukupnog organskog ugljika	HRN EN 1484
Određivanje ukupnog dušika	
Određivanje KPK	HRN ISO 6060
Određivanje BPK	
Određivanje kalcija i magnezija AAS	HRN EN ISO 7980
Određivanje natrija i kalija AAS	HRN ISO 9964-1, 9964-2, 9964-3
Određivanje aluminija AAS	HRN EN ISO 12020
Određivanje kroma AAS	HRN EN 1233
Spektrofotometrijsko određivanje amonijaka, nitrita, nitrata, bromida, fenola, fluorida, fosfata, jodida, klorida, sulfida, sulfata, sulfita, šesterovalentnog kroma	
Određivanje kobalta, nikla, bakra, cinka, kadmija i olova FAAS	HRN ISO 8288, 11047
Spektrometrijsko određivanje fosfora	HRN ISO 6878
Određivanje arsena AAS	HRN EN ISO 11969
Određivanje elemenata u tragovima (Ag, Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Ti, V, Zn) GFAAS	HRN ISO 15586
Određivanje koncentracije trasera u vodama	ASTM D 4763-06
Određivanje željeza i mangana AAS	DIN 38406-32, 38406-33
Određivanje karbonata u tlu	HRN ISO 10693
Određivanje dušika u tlu (amonijak, nitriti, nitrati)	
Ekstrakcija elemenata topivih u zlatotopci	HRN ISO 11466
Određivanje humusa	
Određivanje fosfora i kalija u tlu	
Određivanje hidrolitičke kiselosti	

Virtu-GFV-3 Geotehnički laboratorij

Djelatnost laboratorija



Laboratorij Geotehničkog fakulteta djeluje u sastavu Zavoda za geotehniku. Opremljen je modernom, sofisticiranom opremom koja omogućava izvođenje više od 20 vrsta ispitivanja tla prema normiranim ili posebnim postupcima. Dio specijalnih uređaja i opreme namijenjen je znanstvenim istraživanjima iz područja mehanike tla. Geotehnički laboratorij također posjeduje i opremu za in-situ istraživanja i mjerenja. U sklopu domaćih znanstvenih projekata, laboratoriji je sudjelovao u konstruiranju i razvijanju jedinstvenog uređaja za ispitivanje deformabilnosti krutog komunalnog otpada. Pouzdani rezultati laboratorijskih ispitivanja osigurali su intenzivnu suradnju laboratorija s gospodarskim subjektima iz područja geotehničkog inženjerstva i zaštite okoliša.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a



U sklopu projekta VIRTULAB Geotehnički laboratorij sudjelovat će s postojećom opremom.

Laboratorij će uspostavom VIRTULAB-a pružati usluge istraživanja i ispitivanja mehaničkih svojstava primarnih i sekundarnih sirovina te zamjenskih materijala:

- a) Različita ispitivanja i analize (opća fizikalna svojstva, klasifikacijska ispitivanja, posebna fizikalno-mehanička svojstva) sirovina i materijala za provođenje raznovrsnih graditeljskih zahvata i tehnoloških procesa.
- b) Praćenje promjena i kontrola stanja sirovina i zamjenskih materijala tijekom izvođenja zahvata i procesa.
- c) Vrednovanje utjecaja promjena i stanja na odnos ekonomskih i ekoloških učinaka.

Angažiranjem resursa Geotehničkog laboratorija kroz VIRTULAB povećao bi se utjecaj i učinak fizikalno-mehaničkih analiza na nadzor i kontrolu stanja te vrednovanje sirovina i zamjenskih materijala posebno tijekom eksploatacije konstrukcija ili zahvata.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Vlažnost materijala (tla i stijena)	ASTM D2216
Obujamska gustoća (vlažna i suha)	BS 1377; Part 2; 7.2
Obujamska gustoća (vlažna i suha) - veliki cilindar (core cutter)	BS 1377; PART 2; 7.2, 7.3*
Obujamska gustoća kalibriranim pijeskom	ASTM D1556
Obujamska gustoća volumetrom s gumenim balonom	ASTM D2167
Obujamska gustoća - suha najveća (prah, pijesak)	ASTM D4523
Obujamska gustoća - suha najmanja (prah, pijesak)	ASTM D4254
Gustoća čvrstih čestica	ASTM D854
Atterbergove granice - tečenja i plastičnosti	BS 1377; Part 2; 5
Linearno stezanje	BS 1377; PART 2; 6
Jednoosna tlačna čvrstoća džepnim penetrometrom - posebno	ASTM WK27337, SN 670 350
Jednoosna tlačna čvrstoća s praćenjem deformacija (prah, glina)	ASTM D2166 / HRN EN ISO/TS 17892-7
Granulometrijska analiza sijanjem	HRN EN ISO 17892-4
Granulometrijska analiza areometriranjem	HRN EN ISO 17892-4
Granulometrijska analiza - kombinirana	HRN EN ISO 17892-4
Edometarski pokus 0-50-100-200-400 kN/m2 (4 stupnja opterećenja)	BS 1377; PART 5; 3
Edometarski pokus 0-50-100-200-400-800 kN/m2 (5 stupnjeva opterećenja)	BS 1377; PART 5; 3
Edometarski pokus 0-50-100-200-400-800-1600 kN/m2 (6 stupnjeva opterećenja)	BS 1377; PART 5; 3
Edometarski pokus 0-50-100-200-400-800-1600-3200 kN/m2 (7 stupnjeva opterećenja)	BS 1377; PART 5; 3
Edometarski pokus 0 - 1600 kN/m2 (opterećenje-rasterećenje-opterećenje:10 stupnjeva)	BS 1377; PART 5; 3
Edometarski pokus 0 - 3200 kN/m2 (opterećenje-rasterećenje-opterećenje:11 stupnjeva)	BS 1377; PART 5; 3
Praćenje deformacije po jednom stupnju opterećenja ili rasterećenja	BS 1377; PART 5; 3
Propusnost u konsolidacijskom permeamtru po jednom stupnju opterećenja FH (koherentni materijali)	HRN EN ISO/TS 17892-11
Propusnost u velikoj čeliji tipa CH (nekoherentni materijali)	BS 1377; PART 5; 5
Propusnost u čeliji standardnog Proctora FH (koherentni materijali)	HRN EN ISO/TS 17892-11
Izravni posmik - standardni (UU,CD)	BS 1377; PART 7; 4
Izravni posmik - reversni (UU, CD) (4-6 ciklusa posmika)	BS 1377; PART 7; 4
Izravni posmik po Krey-Tiedemannu	BS 1377; PART 7; 4
Posmik u troosnom uređaju (UU)	BS 1377; PART 7; 8
Posmik u troosnom uređaju (CIU)	BS 1377; PART 7; 8
Posmik u troosnom uređaju (CID)	BS 1377; PART 7; 8
Laboratorijska krilna sonda	BS 1377; PART 7; 3
Laboratorijska krilna sonda - senzitivnost tla	BS 1377; PART 7; 4
Prirodni kut pokosa suhog, rahlo nasipanog materijala	NS (GL metoda)

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Sadržaj organskih tvari	BS 1377; PART 3; 4
Sadržaj gorivih tvari	BS 1377; PART 3; 9, BS 1377; PART 3; 4
Proctorov pokus standardni	HRN EN 13286-47, METODA A I B */ASTM D1883
Proctorov pokus modificirani	HRN EN 13286-47, METODA A I B */ASTM D1883
CBR (uključuje Proctorov pokus)	HRN EN 13286-47, METODA A I B */ASTM D1883
CBR s bubrenjem	HRN EN 13286-47, METODA A I B */ASTM D1883
Priprema kompozitnog uzorka	NS (GL metoda)
Priprema kompaktiranog uzorka na optimalnu vlažnost	NS (GL metoda)
Determinacija jezgre i uzimanje reprezentativnog uzorka za ispitivanje (terenski dio)	NS (GL metoda)
Reološka ispitivanja u edometru	NS (GL metoda)
Modul stižljivosti - dinamička ploča	TP BF-StB; PART B 8.3
Modul stižljivosti - statička ploča	HRN U.B1.046:1968, DIN 18134
Jednoosna tlačna čvrstoća stijena - Schmidtov čekić	ASTM C805 (beton), ASTM D5873 (stijene)
Seizmička tomografija - P val	ASTM D577
Seizmička tomografija - S val	ASTM D577
SQi indeks seizmičke kvalitete (analiza)	NS
Seismic Down & Up Hole	NS
Geoelektrično sondiranje	NS
Mjerenje mikrotremora	NS
Mjerenje seizmičkog efekta miniranja	NS



Metalurški fakultet (MF),

Sveučilišta u Zagrebu

Virtu-LaMiTeh-1.1 Laboratorij za razvoj i primjenu materijala

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za razvoj i primjenu materijala je orijentiran u području fizičke metalurgije, dizajniranje sastava i strukture višekomponentnih metalnih materijala, legura s prisjetljivosti oblika te mikro/nanokompozita, karakterizacije primarnih i sekundarnih sirovina, ispitivanje toplinske stabilnosti, toplinske obrade metalnih materijala, definiranje zamjenskih sirovina, praćenje kvalitete proizvoda postupaka uporabe, kao i karakterizacije otpada.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Implementacijom opreme kroz VIRTULAB povećat će se znanstveno-istraživački kapaciteti laboratorija te će se postojeće tehnike simultane toplinske analize primarnih i sekundarnih sirovina proširiti s dinamičko-mehaničkim ispitivanjima te analizom toplinske vodljivosti. Također će laboratorij sudjelovati u VIRTULAB-u s postojećom opremom za toplinsku obradu metalnih materijala.

Laboratorij će u okviru VIRTULAB-a nuditi sljedeće usluge:

- a) Termodinamičko modeliranje višekomponentnih metalnih sustava, izračun fazne ravnoteže programom Thermo-Calc za čelik, Al-legure, Cu-legure i druge višekomponentne metalne sustave.
- b) Simultana toplinska analiza (STA): Diferencijalna pretražna kalorimetrija/Diferencijalna toplinska analiza/Termogravimetrija.
- c) Dinamičko-mehanička analiza (DMA).
- d) Laser-Flash analiza (LFA).
- e) Toplinska obrada materijala u komornim pećima za austenitizaciju i popuštanje.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak

određivanje temperatura i entalpija faznih transformacija primarnih i sekundarnih sirovina do 1650°C

praćenje mehanizma skrućivanja metalnih materijala

određivanje kinetičkih parametara reakcija

analiza toplinske stabilnosti i mehanizma razgradnje primarnih i sekundarnih sirovina

praćenje procesa oksidacije metalnih materijala

određivanje stupnja kristalnosti i specifičnog toplinskog kapaciteta materijala

praćenje odziva materijala na cikličko naprezanje uz kontrolirano zagrijavanje

određivanje modula pohrane, modula gubitka, kuta gubitka

creep/stress testovi

procjena trajnosti primarnih i sekundarnih sirovina vremensko-temperaturnom superpozicijom

određivanje toplinske vodljivosti

određivanje toplinske difuzivnosti

toplinska obrada materijala

izračun fazne ravnoteže; Fe-, Al-, Cu-

Virtu-LaMiTeh-1.2 Laboratorij za željezo, čelik i ljevarstvo

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za željezo, čelik i ljevarstvo bavi se teorijskim i praktičkim aspektima proizvodnje željeza i oplemenjivanja mineralnih sirovina, čelika kao osnovnog uporabnog metalnog materijala te lijevanja željeznih i neželjeznih legura. Laboratorij provodi istraživanja koja se odnose na proizvodnju i lijevanje željeznih i neželjeznih metala i legura, metalografsku analizu (svjetlosna mikroskopija), toplinsku analizu željeznih (ATAS) i neželjeznih legura (NI), korozijsko ponašanje željeznih i neželjeznih metala i legura. Istraživanja pokrivaju i ispitivanja potencijala primjene novih materijala s ciljem dobivanja proizvoda s dodanom vrijednošću poput metalurškog otpada te inovativnih legura s poboljšanim fizikalnim, kemijskim i mehaničkim svojstvima.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

U okviru VIRTULAB-a nadograđen je postojeći svjetlosni mikroskop u automatizaciji postolja, koji omogućava pregled i analizu veće površine uzoraka/materijala radi vjerodostojnosti kasnije statističke analize. Nadogradnja programske podrške omogućava postizanje preciznijih rezultata i širi dijapazon ispitivanja.

Laboratorij za željezo, čelik i ljevarstvo kroz VIRTULAB nudi sljedeće usluge:

- a) Simulacija lijevanja željeznih i neželjeznih legura uz pomoć programskog paketa ProCast.

- b) Snimanje krivulja hlađenja pri skrućivanju te određivanje karakterističnih temperatura tijekom razvoja mikrostrukture.
- c) Standardna metalografska priprema uzoraka ulaganjem u masu, brušenjem, poliranjem te nagrivanjem.
- d) Analiza makrostrukture i mikrostrukture svjetlosnim mikroskopom.
- e) Određivanje oblika i veličine grafita.
- f) Određivanje udjela nemetalnih uključaka u čeliku.
- g) Određivanje veličina zrna.
- h) Određivanje udjela ferita i perlita u metalnoj osnovi te udjela pojedinih faza u mikrostrukтури.
- i) Određivanje mikrotvrdoće po metodi Vickers.
- j) Određivanje debljine površinskog sloja.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Analiza kisika u talini željeznog lijeva	
Jednostavna toplinska analiza taline sivog i nodularnog lijeva sustavom za toplinsku analizu ATAS	
Jednostavna toplinska analiza taline metala i legura u rasponu temperatura od -200 do 1800°C	
ProCast simulacijski paket utemeljen na metodi konačnih elemenata koji omogućuje modeliranje procesa lijevanja, skrućivanja, deformacije, mehaničkih i drugih tipova naprezanja	
Standardna metalografska priprema uzoraka metala i legura postupcima abrazivnog rezanja, ulaganja u vodljivu masu pri povišenoj temperaturi i tlaku, brušenja i poliranja	
Snimanje makrostrukture uzoraka svjetlosnim mikroskopom u rasponu povećanja od 9X do 55X te obrada slike	
Snimanje mikrostrukture uzoraka svjetlosnim mikroskopom u rasponu povećanja od 50X do 1000X te obrada slike	
Određivanje veličine, oblika te raspodjele grafitnih čestica u željeznim ljevovima.	EN ISO 945-1:2018, ASTM A247-17, JIS G 5502:2001, KS D 4302:2006, GB/T 9441-2009, ISO 16112:2017, JIS G 5505:2013, NF A04-197:2017, ASTM E2567-16a
Određivanje udjela nemetalnih uključaka u čeliku	ASTM E45-18 (metoda A), DIN 50602:1985 (metoda M), ISO 4967:2013 (metoda A), GB/T 10561-2005 (metoda A), JIS G 0555:2003 (metoda A), UNI 3244:1980 (metoda M), EN 10247:2017 (metoda P i M), SEP 1571:2017 (metoda M), EN 10247:2007 (metoda P i M)

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Određivanje veličine zrna planimetrijskom metodom	ASTM E112-13, ISO 643:2012, JIS G 0551:2013, JIS G 0552:1998, GOST 5639-82, GB/T 6394-2002, DIN 50601:1985, ASTM E1382-97(2015).
Određivanje udjela ferita i perlita u metalnoj osnovi te udjela pojedinih faza u mikrostrukturi	
Analiza veličine i udjela čestica	
Mjerenje debljine površinskog sloja	
Mjerenje mikrotvrdoće	Vickersova metoda pri opterećenjima od 0.010N, 0.049N, 0.098N, 0.147N, 0.245N, 0.490N, 0.980N, 1,1961N, 2.941N, 4.902N, 9.804N, 19.60N

Virtu-LaMiTeh-1.3 Laboratorij za fiziku i strukturna ispitivanja

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za fiziku i strukturna ispitivanja bavi se ispitivanjima kristalne strukture intermetalnih spojeva, karakterizacijom mikrostrukture primarnih i sekundarnih sirovina, karakterizacijom otpada, pripremom kompleksnih legura lijevanjem i metalurgijom praha te simuliranjem značajki metalnih legura.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratorij će sudjelovati u VIRTULAB-u s postojećom opremom, a nadogradnjom postojećeg pretražnog elektronskog mikroskopa (SEM) s energijsko-disperzijskim spektrometrom (EDX) pomoću BSE detektora, kroz VIRTULAB će se omogućiti:

- analiza mikrostrukture i prijelomne površine primarnih i sekundarnih sirovina,
- određivanje kemijskog sastava sirovina i otpada u točki, linijskom analizom te mapiranje distribucije kemijskih elemenata.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak
Promatranje mikrostrukture/prijelomne površine pri velikim povećanjima
Određivanje morfologije uzorka
Određivanje veličine čestica i pora
Određivanje elementnog sastava u određenoj poziciji (u točki, po liniji)
Kvalitativno i kvantitativno mapiranje distribucije kem.elemenata
Automatsko uklapanje i povezivanje u visoko rezolucijske panoramske SEM slike
Kvalitativno i kvantitativno linijsko skeniranje
Skeniranje u boji

Virtu-LaMiTeh-1.4 Laboratorij za obradu kovina deformiranjem

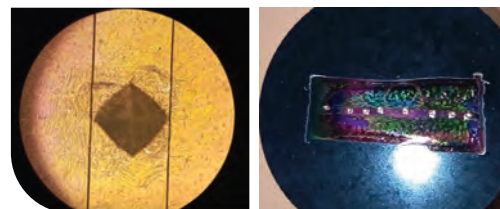
Djelatnost laboratorija

Laboratorij za obradu kovina deformiranjem provodi standardne metode ispitivanja mehaničkih osobina, ispitivanja pri visokim temperaturama, određivanje plastičnosti, ispitivanje otpora deformacije kovina i slitina i ispitivanja bez razaranja. Također razvija posebne metode ispitivanja te modeliranja procesa. Posebna se pažnja posvećuje metodama ispitivanja u području tehnologije proizvodnje plosnatih profila i cijevi.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Postojećom opremom i implementacijom nove opreme kroz VIRTULAB omogućit će se veća konkurentnost te provedba sljedećih analiza:

- ispitivanje mehaničkih svojstava materijala
- statičko vlačno ispitivanje pri sobnoj i visokim temperaturama
- statičko tlačno ispitivanje
- 2D optičko mjerenje pomaka
- ispitivanje tvrdoće po Vickersu i Brinellu



Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Statički vlačni pokus pri sobnoj temperaturi (određivanje granice proporcionalnosti, vlačne čvrstoće, izduženja i kontrakcije materijala)	EN ISO 6892-1
Statički vlačni pokus na povišenim i visokim temperaturama (do 1200 °C)	EN ISO 6892-2
Mjerila tvrdoće prema metodi Brinell	EN ISO 2039-1
Mjerila tvrdoće prema metodi Vickers	EN ISO 6507-1
Statički tlačni pokus	
2D optičko mjerenje pomaka i deformacija tijekom statičkog vlačnog pokusa	
Termografska ispitivanja	

Virtu-LaMiTeh-1.5 Laboratorij za kemiju, hidrometalurgiju i korozijska ispitivanja

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za kemiju, hidrometalurgiju i korozijska ispitivanja obuhvaća tri međusobno povezana područja istraživanja.

Područje kemije provodi široki spektar kemijsko-fizikalnih ispitivanja strukture i svojstava ugljičnih materijala (metalurški koks, katranska smola, čađa) te istražuje mogućnost njihove primjene u proizvodnji novih materijala.

Područje hidrometalurgije istražuje i razvija postupke izdvajanja metala izlučivanjem i ekstrakcijom otapalima, posebice radi iskorištavanja siromašnih izvora i otpadnih materijala te se primjenjuju i unapređuju analitički postupci za praćenje procesa.

Korozijska ispitivanja istražuju interakcije na granici faza metal/elektrolit, s posebnim naglaskom na povezanost mikrostrukture različitih metalnih materijala s korozijskom otpornošću u agresivnim medijima.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratorij za kemiju, hidrometalurgiju i korozijska ispitivanja u VIRTULAB-u će sudjelovati s postojećom opremom te će nuditi slijedeće usluge:

- priprema uzoraka i otopina
- korozijska ispitivanja primarnih i sekundarnih sirovina elektrokemijskom impendacijskom spektroskopijom
- elektrolitičko nagrizanje materijala
- određivanje koncentracije metala u otopini grafitnom tehnikom
- određivanje brzine korozije metala metodom gubitka mase i mjerenjem volumena nastalog vodika

- f) određivanje napetosti površine
- g) određivanje dinamičke viskoznosti otopina
- h) mjerenje koncentracije kisika u talini

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Priprema uzoraka i otopina	
Određivanje brzine korozije metala metodom gubitka mase i mjerenjem volumena nastalog vodika	
Određivanje napetosti površine tekućina	
Određivanje viskoznosti otopina	
Elektrolitičko nagrizanje metalnih uzoraka u svrhu identificiranja mikrostrukturnih faza	
Elektrokemijska impedancijska spektroskopija metalnih materijala u različitim otopinama u svrhu određivanja impedancijskih parametara i proučavanja korozijskog ponašanja metala i metalnih legura	HRN EN ISO 16773-1: Boje i lakovi-Elektrokemijska impedancijska spektroskopija (EIS) na visokootpornim prevučenim uzorcima-1. dio: Nazivi i definicije (ISO 16773-1:2007; EN ISO 16773-1: 2007) HRN EN ISO 16773-2: Boje i lakovi-Elektrokemijska impedancijska spektroskopija (EIS) na visokootpornim prevučenim uzorcima-2. dio: Prikupljanje podataka (ISO 16773-2:2007; EN ISO 16773-2:2007)
Ispitivanje korozije metalnih materijala u različitim otopinama elektrokemijskim postupcima u svrhu određivanja korozijskih parametara	
Određivanje koncentracije metala u otopini grafitnom tehnikom	





Prehrambeno-biotehnološki fakultet (PBF)

Sveučilišta u Zagrebu



Virtu-PBF-1 Laboratorij za biokemijsko inženjerstvo, industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju piva i slada

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za biokemijsko inženjerstvo, industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju slada i piva bavi se razvojem i optimiranjem različitih biotehnoloških procesa. U Laboratoriju za BI, IM i TSP su konstruirani i testirani bioreaktori inovativne konstrukcije koji su pogodni za provođenje biotehnoloških procesa na različitim vrstama supstrata (tekući, polučvrsti i čvrsti supstrati) koji mogu biti primarne i sekundarne sirovine iz različitih proizvodnji (npr. nusproizvodi iz industrije ili obnovljive sirovine).

U Laboratoriju se provodi izolacija različitih vrsta radnih mikroorganizama iz različitih staništa. Sukladno zahtjevima njihova uzgoja, izolirane čiste mikrobne kulture se održavaju i koriste u Laboratoriju za nastavnu i znanstveno-istraživačku aktivnost.



Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratorij će uspostavom VIRTULAB-a pružati usluge za biotehnološku konverziju primarnih i sekundarnih sirovina:

- Različite analize (kemijske, fizikalno-kemijske, biokemijske, mikrobiološke i instrumentalne) primarnih i sekundarnih sirovina za provođenje različitih biotehnoloških procesa.
- Nadzor biotehnoloških procesa konverzije različitih primarnih i sekundarnih sirovina.
- Procjena održivosti biotehnoloških procesa na osnovi ekonomskih i ekoloških kriterija održivosti.

Implementacijom opreme (bioreaktori) kroz VIRTULAB poboljšala se učinkovitost provođenja i nadzora biotehnoloških procesa na različitim primarnim i sekundarnim sirovinama.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Tekućinska kromatografska (HPLC ili UPLC) određivanje sastojaka šećernih, škrobnih i lignoceluloznih sirovina odnosno sastojaka hranjivih podloga	Standardne i napredne analitičke metode u biotehnologiji*
Plinska kromatografska (GC) određivanja sastojaka prevrelih hranjivih podloga (npr. aminokiseline i masne kiseline itd.)	Standardne i napredne analitičke metode u biotehnologiji
Kemijske metode određivanja sastojaka različitih biotehnoloških proizvoda (npr. pivo, vino, ocat itd.)	Standardne analitičke metode u biotehnologiji
Određivanje aktivnosti različitih enzimskih pripravaka	Standardne i napredne metode u biotehnologiji
Spektrofotometrijska određivanja spektra otopine i prevrelih hranjivih podloga odnosno koncentracije proteina, D-i L-laktata, biomase itd.	Standardne i napredne metode u biotehnologiji
Gravimetrijska određivanja sastojaka prevrele hranjive podloge (npr. biomasa, lipidi, pepeo itd.)	Standardne metode u biotehnologiji
Mikrobiološke metode određivanja različitih mikroorganizama (npr. bakterije, kvasci, plijesni i alge) na selektivni hranjivim podlogama	Standardne mikrobiološke metode
Uzgoj i povećanje mjerila različitih biotehnoloških procesa u bioreaktorima	Napredne metode u biotehnologiji

* Standardne metode su zakonski propisane metode, a napredne su unaprijeđene standardne metode





Rudarsko-geološko-naftni fakultet (RGNF)

Sveučilišta u Zagrebu



Virtu-RGNF-1 Geomehanički laboratorij

Djelatnost laboratorija

Geomehanički laboratorij sastoji se od Odjela za mehaniku stijena i Odjela za mehaniku tla. Istraživačke aktivnosti Odjela za mehaniku stijena usmjerene su na utvrđivanje fizikalno-mehaničkih značajki intaktnog stijenskog materijala. Odjel je opremljen uređajima za pripremu i ispitivanje uzoraka stijena u skladu s preporučenim metodama Međunarodnog društva za mehaniku stijena te hrvatskim i europskim normama. Djelatnost Odjela za mehaniku tla usmjerena je na istraživanje svojstava tla i glinenih geosintetičkih barijera. Ispitivanja se provode opremom i uređajima za klasifikacijska ispitivanja i ispitivanja indeksnih, fizičkih, mehaničkih i hidrauličkih svojstava sukladno američkim i europskim normama.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratorij pruža usluge u sljedećim fazama ciklusa primarnih i sekundarnih sirovina:

- Prospekcijska istraživanja primarnih i sekundarnih sirovina – određivanje značajki stijena i tla.
- Proizvodni procesi – praćenje promjene svojstva primarnih i sekundarnih sirovina.
- Recikliranje – određivanje svojstava sekundarnih sirovina, mješavina tla i recikliranih materijala u svrhu ponovne uporabe.

Implementacijom opreme kroz VIRTULAB laboratorij omogućuje provođenje metoda ispitivanja koje garantiraju bolju preciznost rezultata te proširivanje programa ispitivanja metoda za određivanje deformabilnosti stijenskog materijala te istraživanje plinopropusnosti tla kao i ispitivanja nesaturiranih tala.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Određivanje vlažnosti tla	ASTM D 2216
Određivanje gustoće čvrstih čestica tla s pomoću piknometra	ASTM D 854
Određivanje granulometrijskog sastava tla	ASTM D 422
Određivanje Atterbergovih granica	BS 1377: Part 2: Clauses 4, 5
Laboratorijsko ispitivanje značajki zbijanja tla (Standardni Proctor)	ASTM D 698
Laboratorijsko ispitivanje značajki zbijanja tla (Modificirani Proctor).	ASTM D 1557
Ispitivanje svojstava tla pri jednodimenzionalnoj konsolidaciji (edometar)	ASTM D 2435
Određivanje jednoosne tlačne čvrstoće tla	BS 1377: Part 7: Clause 7
Određivanje posmične čvrstoće tla uređajem za izravni posmik	ASTM D 3080
Određivanje nedrenirane posmične čvrstoće tla pri troosnom posmiku bez mjerenja pornog tlaka	BS 1377: Part 7: Clause 8
Određivanje posmične čvrstoće tla pri konsolidiranom nedreniranom troosnom posmiku s mjerenjem pornog tlaka	BS 1377: Part 8: Clause 7
Određivanje posmične čvrstoće tla pri konsolidiranom dreniranom troosnom posmiku s mjerenjem promjene volumena	BS 1377: Part 8: Clause 8
Određivanje propusnosti koherentnih tala i bentonitnih tepiha s pomoću troosne ćelije	ASTM D 5084
Određivanje hidrauličkih svojstava glinenih brtvenih barijera u kontaktu s potencijalno nekompatibilnim tekućinama	ASTM D 6766
Određivanje indeksa slobodnog bubrenja	ASTM D 5890
Određivanje sposobnosti adsorpcije vode	DIN 18132
Određivanje indeksa gubitka fluida	ASTM D 5891
Određivanje indeksa protoka	ASTM D 5887
Određivanje sadržaja vode uzoraka stijena	ISRM SM 1977: Part 1.1
Određivanje poroznosti i gustoće uzoraka stijena	ISRM SM 1977: Part 1.2
Određivanje jednoosne tlačne čvrstoće stijenskog materijala	ISRM SM 1979: Part 1
Određivanje jednoosne tlačne čvrstoće i deformabilnosti stijenskog materijala	ISRM SM 1979: Part 2
Određivanje indirektne vlačne čvrstoće stijenskog materijala brazilskim testom	ISRM SM 1978: Part 2
Određivanje čvrstoće stijenskog materijala u troosnom stanju naprezanja	ISRM SM 1978
Određivanje brzine širenja elastičnih valova	ISRM SM 1978
Metode ispitivanja prirodnog kamena – određivanje jednoosne tlačne čvrstoće	HRN EN 1926
Metode ispitivanja prirodnog kamena – određivanje čvrstoće pri savijanju pod koncentriranim opterećenjem	HRN EN 12372
Određivanje indeksa čvrstoće PLT postupkom	ISRM SM 1985
Određivanje tvrdoće Schmidtovim čekićem	ISRM SM 1978: Part 3

Virtu-RGNF-2 Laboratorij za električna mjerenja i instrumentaciju

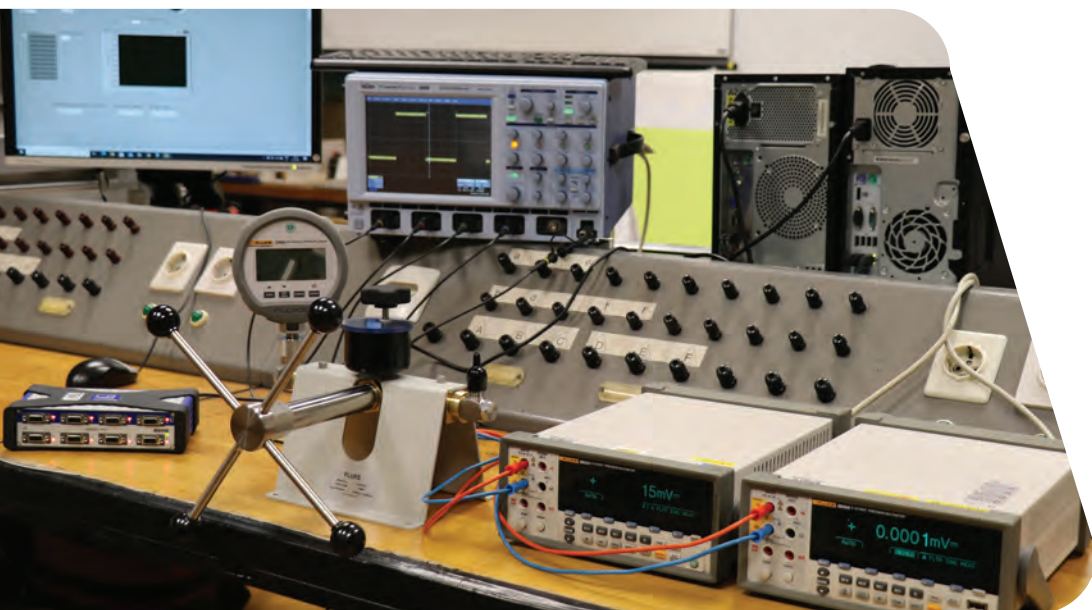
Djelatnost laboratorija

Laboratorij za električna mjerenja i instrumentaciju — LEMI) bavi se mjerenjem električnih veličina (istosmjerni i izmjenični napon i struja, otpor/impedancija, snaga/energija) električnim mjerenjem neelektričnih veličina (temperatura, deformacija, pomak, tlak, zvuk, buka, vibracije i vrijeme/ frekvencija/perioda) te umjeravanjem senzora, pretvornika, instrumenata i mjerne opreme koja se koristi u laboratoriju i ostalim laboratorijima RGNF- a (programska podrška i podrška s opremom i korištenjem opreme ostalih laboratorija u smislu uspostave i razvoja mjernih postupaka). Također bavi se automatizacijom mjernih postupaka korištenjem softvera LabVIEW, on-line i offline analizom mjernih rezultata, izradom procjene mjerne nesigurnosti i praćenjem kvalitete rezultata (kontrolne karte).

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratorij pruža usluge u sljedećim fazama ciklusa primarnih sekundarnih sirovina:

- a) Optimizacija metoda istraživanja primarnih i sekundarnih sirovina.
- b) Proizvodni procesi praćenje kvalitete primarnih i sekundarnih sirovina te određivanje fizikalno-mehaničkih svojstava.



- c) Recikliranje — optimizacija procesa reciklaže
 d) Podrška mjerenjima i umjeravanja za ostale laboratorije.

Implementacijom opreme kroz VIRTULAB poboljšane su mjerne sposobnosti te omogućeno pokrivanje umjeravanja više fizikalnih veličina. Oprema se koristi za razna mjerenja koja je potrebno provoditi kod određivanja optimizacije istražnih radova primarnih i sekundarnih sirovina, oplemenjivanja mineralnih sirovina i recikliranja, a pokrivaju fizikalne veličine deformacije, pomaka, tlaka i vremena/frekvencije.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Određivanje struje pri kojoj detonatori ne pale	HRN EN 13763-17
Određivanje impulsa paljenja električnih detonatora	HRN EN 13763-19
Određivanje ukupnog otpora električnih detonatora	HRN EN 13763-20
Mjerenje napona, struje i otpora	
Mjerenje električne snage trošila (jednofaznih i trofaznih)	
Mjerenje ostalih električnih veličina	
Mjerenje neelektričnih veličina pretvorbom u električne (mjerenje temperature, deformacije, pomaka, tlaka, zvuka, buke, vibracija)	
Prikupljanje podataka mjerenja i automatizacija mjerenja upotrebom programskog paketa LabVIEW	
Mjerenje i umjeravanje dijelova mjernog lanca, za ostale laboratorije (električne i neelektrične veličine)	EURAMET Calibration Guide No.8 EURAMET cg-15

Virtu-RGNF-3 Laboratorij za oplemenjivanje mineralnih sirovina i zaštitu okoliša

Djelatnost laboratorija

Laboratoriji služi za potrebe nastave, znanstveno-istraživačkog i stručnog rada. Opremljen je uređajima za oplemenjivanje mineralnih sirovina, što je temeljna djelatnost laboratorija. Laboratorij djeluje i u području zaštite okoliša (mehanička obrada otpadnih voda, filtarsko uzorkovanje i gravimetrijska analiza prašine u radnoj atmosferi, mjerenje emisija otpadnih plinova u atmosferu iz stacionarnih izvora, fizikalni postupci čišćenja tla) i recikliranja krutog otpada u svrhu pridobivanja sekundarnih sirovina, osobito iz elektroničkog otpada. Laboratorijska ispitivanja obuhvaćaju: karakterizaciju uzoraka materijala (određivanje gustoće, vlažnosti, granulometrijskog sastava, otpornosti na drobljenje, sadržaja pepela u ugljenu), primjenu postupaka sitnjenja, klasiranja,





pranja i separacijskih postupaka (drobljenje, mljevenje, sijanje, klasiranje u vodenoj struji, atricijsko čišćenje, gravitacijska koncentracija, magnetska separacija, elektrostatička separacija, flotacija i odvodnjavanje).

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratoriji pruža usluge u slijedećim fazama ciklusa primarnih i sekundarnih sirovina:

- a) Prospekcijska istraživanja primarnih i sekundarnih sirovina određivanje fizikalnih značajki mineralnih sirovina, onečišćenog tla i otpadnih materijala.
- b) Proizvodni procesi praćenje kvalitete primarnih i sekundarnih sirovina te ispitivanje mogućnosti njihovog oplemenjivanja (prerade).
- c) Recikliranje — ispitivanje mogućnosti prerade sekundarnih sirovina i otpadnih materijala u svrhu ponovne uporabe.

Implementacijom opreme kroz VIRTULAB poboljšana je mogućnost konkurentnog znanstvenog, nastavnog i stručnog rada te omogućeno daljnje planiranje znanstvenog razvoja na razini sastavnice i konzorcija. Laboratorij je povećao broj postojećih separacijskih postupaka i proširio program ispitivanja te time obnovio kapacitete. Primjena Eddy-current separatora proširuje mogućnosti testiranja recikliranja krutog otpada, a novi laboratorijski flotacijski uređaj Laarmann LM-FTM-E omogućava prevladavanje poteškoća pri izvođenju flotacijskih testova uzrokovanih dotrajalošću postojeće opreme. Laboratorijska flotacijska ćelija koristiti će se za ispitivanje mogućnosti oplemenjivanja metalnih i nemetalnih mineralnih sirovina, recikliranja otpadnog materijala i čišćenja tla.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analički postupak	Metoda ispitivanja / norma
Određivanje sadržaja vlage	HRN B.B5.020, HRN B.B8.050, HRN B.B5.011, HRN B.B8.020, HRN B.D8.205, HRN B.D8.100, HRN B.D8.101; HRN B.B8.035; HRN B.H8.310, HRN B.H9.001, HRN B.H9.002, HRN B.H8.311, HRN B.H9.001, HRN B.H9.002, HRN B.H8.335, HRN B.H9.001, HRN B.H9.002, HRN B.G8.471, HRN B.G8.451, HRN B.G8.517, HRN B.G8.500, HRN B.G8.501
Određivanje granulometrijskog sastava suhim ili mokrim sijanjem	HRN B.B5.020, HRN B.B8.050, HRN B.B5.011, HRN L.J0.002, HRN EN 933-1, HRN EN 933-2, HRN B.D8.100, HRN B.D8.101; HRN L.J0.002, HRN EN 933-2, HRN EN 933-1:2003, HRN EN 933-1, HRN B.B8.036, HRN B.B8.105, HRN EN 932-1:2003 i HRN EN 932-2:2003, HRN EN 932-1, HRN EN 932-2, HRN B.B3.100
Određivanje gustoće i nasipne gustoće	HRN EN 1097-6 ; HRN EN 1097-3
Određivanje pepela u kamenom i mrkom ugljenu i lignitu	HRN B.H8.312, HRN B.H9.001, HRN B.H9.002
Analiza atmosfere radnih prostorija i prostora: filtersko uzorkovanje i gravimetrijska analiza udisajne prašine	MDHS 14/3, NIOSH 0500, COSHH G409, EN 481, EN 13205, EN 14530, CEN/TR 15230, CEN/TR 15547, EN ISO 10012, EN ISO 20988, EN ISO/IEC 17025, ISO 4226, ISO 6879, ISO 7708
Filtersko uzorkovanje i gravimetrijska analiza respirabilne prašine	MDHS 14/3, NIOSH 0600, ASTM D4532, OSHA ID 142, COSHH G409, EN 481, EN 13205, EN 14530, CEN/TR 15230, CEN/TR 15547, EN ISO 10012, EN ISO 20988, EN ISO/IEC 17025, ISO 4226, ISO 6879, ISO 7708
Uzorkovanje plinova. Praćenje emisije štetnih tvari u zrak (analiza dimnih plinova u industriji): mjerenje emisijskih koncentracija O_2 , CO , NO_x i SO_2 , temperature dimnog plina i okolnog zraka, pritiska u dimnjaku i brzine strujanja otpadnog plina	EN 1076, EN 1231, EN 1232, EN 482, EN 689, EN 13205, EN ISO 10012, EN ISO 20988, EN ISO/IEC 17025, ISO 4226, ISO 6879, ISO 8760, ISO 8761, ISO 9486, ISO 9487, COSHH G409
Određivanje (na temelju izmjerenih vrijednosti) koncentracije CO_2 , koeficijenta λ , učinkovitosti izgaranja i toplinskog gubitka	EN14181, EN 14791, EN 14792, EN 15058, EN 15259, EN 15267, EN ISO 8178-2, EN ISO 9169, EN ISO 10012, EN ISO 20988, EN ISO/IEC 17025, ISO 4226, ISO 6879, ISO 7935, ISO 10780, ISO 10849, ISO 12039, ISO 14164, ISO/CD 11771



Virtu-RGNF-4 Laboratorij za geofizička istraživanja

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za geofizička istraživanja opremljen je geofizičkim instrumentima i opremom za mjerenje nizom geofizičkih metoda. To su električne metode koje obuhvaćaju električnu tomografiju i sondiranje te mjerenja prirodnog potencijala, audio-magnetotelurska metoda, seizmička refleksija i refrakcija, magnetometrija, elektromagnetne metode s pomičnim odašiljačem i mjerenje georadarom, karotažna mjerenja u plićim bušotinama. U laboratoriju se izvode testiranje i kalibracija, nadogradnja i razvoj instrumenata i opreme.

Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

Laboratorij će pružati usluge u sljedećoj fazi ciklusa primarnih i sekundarnih sirovina:

a) Prospekcijska istraživanja primarnih i sekundarnih sirovina.

Implementacijom opreme kroz VIRTULAB omogućen je razvoj metoda seizmičkih mjerenja i interpretacije podataka čime Laboratorij za geofizička istraživanja postaje konkurentniji u znanstvenim i stručnim projektima u okviru istraživanja neenergetskih sirovina.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak

Seizmička refrakcijska istraživanja

Seizmička refleksijska istraživanja visoke rezolucije (HRS-metoda)

Seizmička refleksijska mjerenja MASW metodom

Seizmička tomografija

Seizmička istraživanja u bušotinama

Magnetometrijska istraživanja

Mjerenja električne otpornosti stijena

Duboka mjerenja električne otpornosti stijena magnetotelurskom metodom

Električna tomografija

Mjerenje prirodnog potencijala

Visokorezolucijska bezkontaktna mjerenja vodljivosti stijena

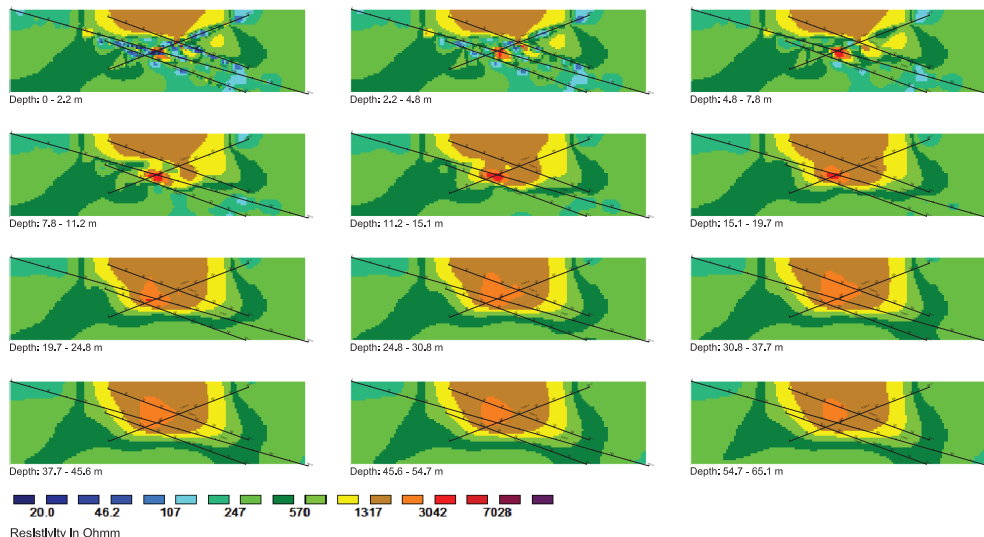
Mjerenja vodljivosti stijena metodom pomičnog odašiljača

Karotažna mjerenja spontanog potencijala, električne otpornosti i prirodne radioaktivnosti, u bušotinama do dubine 500 m

Elektromagnetna istraživanja diskontinuiteta u podzemlju georadarom

Mjerenja gravitacije

Horizontal model sections



Virtu-RGNF-5 Laboratorij za analizu geoloških materijala

Djelatnost laboratorija

Laboratorij za analizu geoloških materijala (LaGeMA) bavi se analizom anorganskih komponenti litosfere i pedosfere (minerala, stijena, tala i voda). Sastavni dijelovi laboratorija su kemijska, mineraloška i petrološka sekcija. Kemijska sekcija izvodi pripremu uzoraka za analizu. U slučaju čvrstih materijala i dezintegraciju i razaranje uzorka. Kemijske analize obuhvaćaju određivanje metala u tragovima u tlu, sedimentu i vodi; određivanje glavnih kationa i aniona u vodi; silikatnu i karbonatnu analizu i drugo. Bitan segment je i granulometrijska analiza sedimenata. Mineraloška sekcija izvodi kvalitativnu i semikvantitativnu analizu mineralnog sustava metodom rendgenske difrakcije na prahu izvornog uzorka. Specijalizirana je za detaljnu analizu minerala glina u uzorcima tala, sedimenta i stijena. Petrološka sekcija kroz optičku mikroskopiju izvodi analize stijena te interpretaciju njihovog nastanka, transformacije i/ili raspadanja.





Usluga laboratorija u sklopu VIRTULAB-a

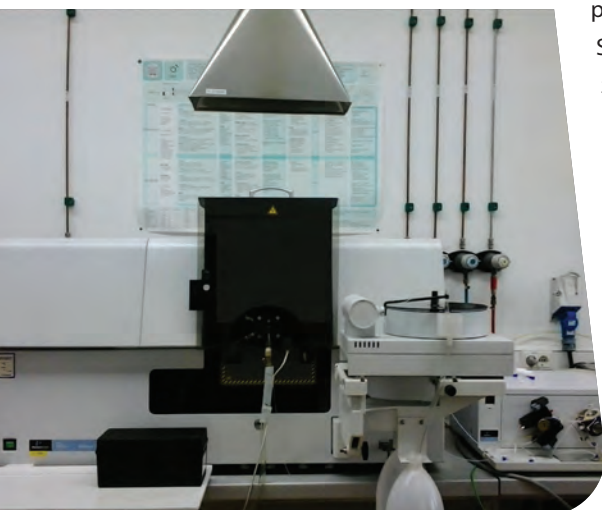
Laboratorij pruža usluge u sljedećim fazama ciklusa primarnih i sekundarnih sirovina:

- a) Prospekcijska istraživanja primarnih i sekundarnih sirovina.
- b) Proizvodni procesi – praćenje kvalitete primarnih i sekundarnih sirovina.
- c) Recikliranje – praćenje kvalitete sekundarne sirovine.

Implementacijom opreme kroz VIRTULAB laboratorij nadopunjava opremu unutar kemijske, mineraloške i petrološke sekcije.

Mineraloška sekcija implementacijom VIRTULAB projekta podiže kvalitetu vode za pripremu reagensa, obnavlja termičku obradu uzoraka žarenjem i uvodi, kroz nabavu laserskog granulometra, novu, brzu i preciznu granulometrijsku analizu uzoraka s malim promjerima čestica.

Mineraloška sekcija u potpunosti modernizira opremu te uvodi osim RTG difrakcije na prahu i difrakciju s malog ozračenog dijela uzorka (microdiffraction), raspršenje rendgenskih zraka pri malim kutovima (Small Angle X-ray Scattering, SAXS), difrakciju sa vrlo malim upadnim kutom zračenja (Grazing Incidence X-Ray Diffraction, GIXRD) i RTG difrakciju uz in-situ zagrijavanje.



Petrološka sekcija se uvelike obnavlja te kroz uvođenje automatizacije ubrzava izradu kvalitetnih standardnih i specijalnih mikroskopskih preparata koja uključuje stijene, mineralne rude, rastresite materijale. Dalje digitalizira cijelu površinu pripremljenih preparata s velikom razlučivošću.

Popis analitičkih postupaka i metoda ispitivanja

Analitički postupak

Izrada mikroskopskog preparata – izbruska

Bojanje izbruska karbonatnih stijena

Izrada mikroskopskog preparata – nabruska

Izrada mikroskopskog preparata – teške/lake frakcije

Izrada mikrošlem preparata

Izrada mikroskopskog preparata – petrografski preparat

Izrada mikroskopskog preparata – mikropaleontološki preparat

Izrada fotodokumentacije

Sušenje uzorka u liofilizatoru

Sušenje uzorka u sušioniku

Sušenje uzorka na zraku

Mljevenje do 100g uzorka

Dispergiranje (dispergent, ultrazvuk, potresanje+...)

Suho sijanje uzorka na frakciju čestica < 2 mm

Odstranjivanje organske tvari vodikovim peroksidom

Ekstrakcija uzorka u zlatotopci

Ekstrakcija uzorka s EDTA

Priprema uzorka za sekvencijsku analizu modificirano prema Tessieru (5 frakcija po uzorku)

Priprema uzorka za sekvencijsku analizu prema BCR (3 frakcije po uzorku)

Postupak obrade uzorka s ditionit-citrat bikarbonatom (DCB)

Odstranjivanje karbonatne komponente u uzorku s puferom NaAc-HAc (pH 5)

Odstranjivanje karbonatne komponente u uzorku s octenom kiselinom (HAc)

Odstranjivanje karbonatne komponente u uzorku sa solnom kiselinom (HCl)

Izdvajanje netopljivog ostatka iz karbonatnih stijena

Izdvajanje teške frakcije bromoformom

Izdvajanje frakcija uzoraka različitog stupnja magnetske osjetljivosti

Izdvajanje frakcije čestica glina izvlačenjem

Izdvajanje frakcije čestica glina centrifugiranjem

Ručna separacija minerala i fosila zdrobljenih uzoraka stijena i ostalih geoloških materijala za dalju analizu

Izrada neorijetiranog preparata praha za rendgensku analizu

Izrada neorijetiranog preparata tretiranog glicerinom za rendgensku analizu

Izrada orijetiranih uzoraka glinovite frakcije za XRD analize sa tretmanima: (1) saturacija K; (2) saturacija Mg; (3) saturacija K⁺tretman etilen-glikolom; (4) saturacija Mg⁺tretman etilen-glikolom; (5) tretman s DMSO; (6) žarenja...

Posebni tretmani na orijetiranom uzorku koji nisu rutinski

Snimanje uzorka rendgenskom difrakcijom

Mikrodifrakcija

Analitički postupak

SAXS

GIXRD

HT-in-situ RTG

Određivanje CEC (ili amonijevog saturacijskog indeksa)

Određivanje CEC otopinom barijeva klorida

Određivanje udjela smektita s pomoću metilen-plavila

Volumetrijska analiza

Gravimetrijska analiza

Kolorimetrijska analiza

Silikatna analiza

Karbonatna analiza

Određivanje udjela karbonata u uzorku primjenom Scheiblerove metode

Analiza elemenata u ekstraktima i eluatima plamenom atomskom apsorpcijskom spektrometrijom

Analiza elemenata u ekstraktima i eluatima plamenom atomskom emisijskom spektrometrijom (alkalijski i zemnoalkalijski elementi)

Analiza elemenata u vodama, ekstraktima i eluatima atomskom apsorpcijskom spektrometrijom-grafitnom tehnikom (elementi u tragovima)

Analiza elemenata u ekstraktima i eluatima atomskom apsorpcijskom spektrometrijom-hidridnom tehnikom (Hg, Se, As)

Analiza kationa (natrij, kalij, kalcij, magnezij, amonij i mangan) i aniona (fluorid, acetat, klorid, nitrit, bromid, nitrat, fosfat i sulfat) u vodi i vodenim eluatima primjenom ionske kromatografije

Određivanje koncentracija zamjenjivih kationa (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} i Na^{+}) u tlu i glini

Mjerenje pH uzoraka vode i vodenih eluata, te drugih tekućina i ekstrakata

Mokro sijanje

Suho sijanje

Mokro sijanje

Granulometrijska analiza laserskim granulometrom

Pipetna metoda

Areometriranje

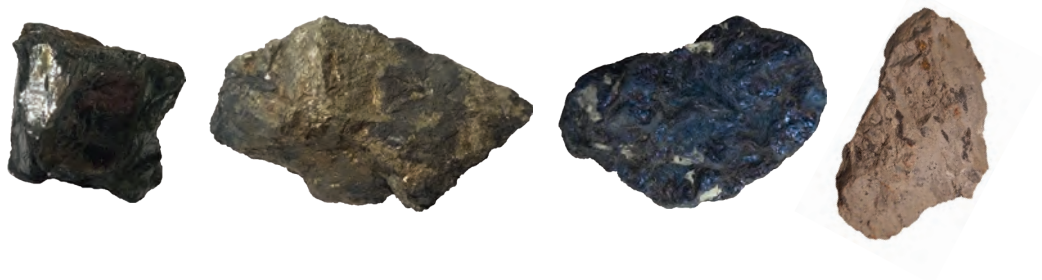
Određivanje upijanja vode

Određivanje zapreminske mase

Određivanje gustoće metodom piknometra

Određivanje poroznosti i propusnosti

Čuvanje uzoraka nakon analize (prva 3 mjeseca besplatno) - mjesečno



Zahvale

Dipl. iur. Vedranu Ljubanoviću – administratoru projekta. Bez Vašeg znanja, entuzijazma i požrtvornosti ne bismo uspjeli.

Dragim kolegicama i kolegama u Središnjoj agenciji za financiranje i ugovaranje i Ministarstvu znanosti i obrazovanja na bezrezervnoj podršci tijekom provedbe infrastrukturnog projekta Virtulab.

Dragim članovima užeg projektnog tima:

Izv. prof. dr. sc. Igor Petroviću – koordinatoru Geotehničkog fakulteta (Varaždin),

Prof. dr. sc. Marku Rogošiću – koordinatoru Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije,

Izv. prof. dr. sc. Tamari Holjevac Grgurić – koordinatrici Metalurškog fakulteta (Sisak), i

Prof. dr. sc. Božidaru Šanteku – koordinatoru Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta,

na uložnim stotinama sati rada u pripremu i provedbu projekta Virtulab.

Voditeljima laboratorija, predstojnicima zavoda, znanstveno-nastavnom osoblju, stručnom, tehničkom i laboratorijskom osoblju na pet sastavnica uključenom u razne faze projekata – hvala Vam na uloženom vremenu i strpljenju i isprike za noćni i nedjeljni rad. Pred nama je samo užitak znanstveno-istraživačkog rada (uz poneki izvještaj).

Fakultetskom vijeću Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta na podršci u najkritičnijem trenutku provedbe projekta. Hvala Vam na ukazanom povjerenju.

Dekanicama i dekanima Geotehničkog fakulteta, Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, Metalurškog fakulteta, Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta i Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta od 2015. do 2021. godine – na administrativnoj, pravnoj i financijskoj podršci projektu Virtulab.

Rektoru Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Damiru Borasu na administrativnoj i financijskoj podršci projektu Virtulab.

Sibila Borojević Šošćarić





VirtuLab

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost
Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.



RGNF

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Sveučilišta u Zagrebu

Hrvatska, 10000 Zagreb

Pierottijeva 6, p.p. 390

dekanat@rgn.unizg.hr

<https://mzo.gov.hr/>



prehrambeno
biotehnološki
fakultet

Sveučilište
u Zagrebu



Više informacija o EU fondovima na www.strukturnifondovi.hr.