

## Zkušební okruhy pro magisterské státní závěrečné zkoušky magisterského programu Udržitelnost a oběhové hospodářství

### 1) Environmentální inženýrství

vychází z předmětů Technologie čištění odpadních vod, Technologie zpracování odpadů a Technologie ochrany ovzduší

- 1) Separační procesy v čištění odpadních vod: gravitační separace, filtrace, flotace, iontová výměna, adsorpce, desorpce, membránové procesy
- 2) Chemické procesy čištění odpadních vod: neutralizace, srážení, koagulace, oxidace a redukce.
- 3) Technologická linka čistírny městských odpadních vod: uspořádání, hrubé a mechanické předčištění odpadních vod, technologické varianty biologické části, separační stupeň, kalové hospodářství, operace a zařízení terciárního čištění.
- 4) Základní pojmy v biologickém čištění odpadních vod: terminologie biochemických procesů, kinetika růstu mikroorganismů a odstraňování substrátu, rozdělení reaktorů z hlediska hydraulického režimu, technologických parametrů, způsobu provozu a kultivace mikroorganismů.
- 5) Aktivační proces: složení aktivovaného kalu, technologické parametry, biochemické principy odstraňování organických látek, technologické modifikace aktivačních systémů, aerace.
- 6) Odstraňování nutrientů: biochemické principy odstraňování nutrientů, systémy biologického odstraňování dusíku a fosforu, chemické srážení fosforu.
- 7) Separace aktivovaného kalu: hodnocení separačních vlastností, separační problémy a jejich řešení, metody identifikace organismů, dosazovací nádrže, membránové separace.
- 8) Typy a skupiny odpadů a jejich význam z hlediska produkovaného množství, katalog odpadů, základní definice (odpad, nebezpečný odpad, komunální odpad, původce odpadu, vedlejší produkt).
- 9) Ukládání odpadu na skládky, konstrukce a provoz skládky, plynné a kapalně emise.
- 10) Energetické využití odpadů, spalovny komunálního a průmyslového odpadu.
- 11) Komunální odpad a způsoby jeho využití a odstranění, separovaný sběr.
- 12) Recyklace kovů.
- 13) Recyklace plastů.
- 14) Recyklace papíru.
- 15) Prachové částice a jejich separace z plynných směsí: antropogenní původ aerosolů, rozdělení separačních technik, princip a konstrukce základních odlučovačů tuhých částic.
- 16) Oxid siřičitý a jeho odlučování: původ antropogenních emisí oxidu siřičitého, vliv expozice na lidské zdraví a ekosystémy, rozdělení a popis dostupných separačních technik.
- 17) Oxidy dusíku a jejich odlučování: antropogenní emise oxidů dusíku, mechanismy jejich vzniku při spalovacích procesech, primární a sekundární opatření ke snížení emisí NO<sub>x</sub> při spalování
- 18) Emise do ovzduší z energetického využití odpadů: nejvýznamnější anorganické a organické polutanty a metody jejich odlučování
- 19) Emise ze silniční dopravy: přehled polutantů emitovaných motorovými vozidly, rozdělení vozidel podle druhu pohonu, metody snižování emisí z dopravy, environmentální aspekty elektromobility
- 20) Emise skleníkových plynů: přehled hlavních skupin skleníkových plynů, hodnocení jejich rizika pro globální klima, rozdělení a fyzikálně-chemický princip postupů pro odlučování oxidu uhličitého

## 2) Oběhové hospodářství

vychází z předmětů Oběhové hospodářství, Surovinová bezpečnost a Urban mining

- 1) Koncepční činnost v odpadovém hospodářství (Program předcházení vzniku odpadů, plány odpadového hospodářství, koncepce, cirkulární skeny aj.); na jednotlivých úrovních (ČR, kraje, obce či jiné územní jednotky) a rozhodující přínosy pro oběhové hospodářství; informační systémy a statistiky odpadového hospodářství
- 2) Výrobky s ukončenou životností; životního cyklus vybraného výrobku (elektrospotřebič, pneumatika, baterie / akumulátor); aspekty udržitelnosti z pohledu oběhového hospodářství (principy vedoucí k prodloužení životnosti, vyšší míry recyklovatelnosti, principy zpětného odběru, způsoby sběru a nakládání)
- 3) Životní cyklus potravin a bioodpady; vstupy, zpracování, distribuce, spotřeba z pohledu plýtvání potravinami / předcházení vzniku potravinového odpadu; možnosti sběru a nakládání s biologicky rozložitelnými odpady rostlinného a živočišného původu
- 4) Komunální odpady; systémy nakládání s odpady na území obce vč. ekonomických aspektů, popis sběru a nakládání s různými komoditami (směsný komunální odpad, materiálově využitelné složky atd.) a možnosti začlenění principů oběhového hospodářství
- 5) Životní cyklus obalů; vstupní suroviny, výroba, distribuce, aspekty užití / funkce obalů, možnosti sběru a zpracování se zaměřením na rozhodující aspekty udržitelnosti z pohledu oběhového hospodářství
- 6) Životní cyklus stavby; vstupní suroviny, plánování a výstavba, fáze užití vč. rekonstrukce, demolice a nakládání se vzniklými materiály a odpady se zaměřením na rozhodující aspekty udržitelnosti z pohledu oběhového hospodářství
- 7) Nebezpečné odpady; nebezpečné vlastnosti a možnosti omezování jejich vzniku, povinnosti při jejich soustřeďování a přepravě, způsoby nakládání a možnosti začlenění principů oběhového hospodářství
- 8) Snahy EU řešit svoji surovinovou bezpečnost (Raw Materials Initiative, Critical Raw Materials, Critical Raw Materials Act)
- 9) Soupeření o nerostné suroviny mezi globálními hráči (např. aktivity Číny, Japonska, Jižní Koreji, Indie, Turecka, Ruska, EU atd.)
- 10) Nerostně surovinový potenciál ČR (které suroviny má ČR k dispozici a které nám chybí)
- 11) Resilience komoditních systémů (vliv politických, ekonomických a klimatických změn na surovinovou bezpečnost)
- 12) Ropa zemní plyn: ložiska, zásoby, nové suroviny
- 13) Radioaktivní suroviny: ložiska, zásoby, geopolitická situace
- 14) Co je Urban mining, rozdíl mezi lineární a cirkulární ekonomikou, produkce odpadů v ČR a na světě, dostupnost primárních zdrojů, výhody a nevýhody urban mining
- 15) Základy odpadové legislativy, co jsou kritické suroviny a kde se používají, podíl urban mining na spotřebě, material flow analysis, její základy
- 16) Kovonosné odpady (elektroodpady a odpady z automobilového průmyslu) a jejich zpracování, typy, jejich složení, různé typy separátorů, principy a příklady separace, zpracování pneumatik a autobaterií
- 17) Separované složky komunálních odpadů (sklo, papír a textil) a jejich zpracování, materiálové toky, postupy zpracování a recyklace, environmentální dopady
- 18) Biologicky rozložitelné odpady, co jsou komunální biologicky rozložitelné odpady, co obsahují, kompostování, anaerobní digesce, čistírenské kaly a jejich zpracování, recyklace fosforu
- 19) Plasty a jejich zpracování, materiálové toky, postupy separace a hodnotový řetězec zpracování, mechanická a chemická recyklace
- 20) Stavební a demoliční odpady a další minerální průmyslové odpady, landfill mining a co to je, materiálové toky, příklady použití

### 3) Produktová ekologie

vychází z předmětů Produktová ekologie a Vodní stopa

- 1) Co je LCA, cíle a fáze sestavování studií LCA, funkční jednotka, hranice systému, ekovektor, charakterizační profil.
- 2) Indikátory kategorií dopadu, charakterizační faktory, výsledky indikátoru kategorií dopadu, normalizace, vážení.
- 3) Alokace environmentálních dopadů procesů, alokace vedlejších produktů, alokace recyklace.
- 4) Úbytek stratosférického ozónu (mechanismus, příčiny, dopady, indikátor kategorie, charakterizační faktor, referenční látka)
- 5) Eutrofizace (mechanismus, příčiny, dopady, indikátor kategorie, charakterizační faktor, referenční látka)
- 6) Acidifikace (mechanismus, příčiny, dopady, indikátor kategorie, charakterizační faktor, referenční látka)
- 7) Globální oteplování (mechanismus, příčiny, dopady, indikátor kategorie, charakterizační faktor, referenční látka)
- 8) Tvorba přízemního ozónu (mechanismus, příčiny, dopady, indikátor kategorie, charakterizační faktor, referenční látka)
- 9) Toxicita a ekotoxicita (mechanismus, příčiny, dopady, indikátor kategorie, charakterizační faktor, referenční látka)
- 10) Úbytek surovin (mechanismus, příčiny, dopady, indikátor kategorie, charakterizační faktor, referenční látka)
- 11) Co je footprinting, cíle a principy bilančních stop, srovnání dopadového a bilančního přístupu, environmentální stopy
- 12) Složky (barvy) bilanční vodní stopy, způsoby stanovení, zdroje dat
- 13) Složky dopadové vodní stopy, kategorie dopadu zahrnované do dopadové vodní stopy, environmentální mechanismus, indikátory dopadu
- 14) Modrá Vodní stopa (význam, způsoby stanovení, využitelnost pro dopadovou vodní stopu, hodnocení udržitelnosti)
- 15) Zelená Vodní stopa (význam, způsoby stanovení, hodnocení udržitelnosti, vazba na modrou vodní stopu a dopadovou vodní stopu)
- 16) Šedá Vodní stopa (význam, způsoby stanovení, asimilační kapacita, hodnocení udržitelnosti)
- 17) Water Scarcity Footprint (mechanismus, příčiny, dopady, hlavní používané modely, kategorie dopadu)
- 18) Water Availability Footprint (mechanismus, příčiny, dopady, hlavní používané modely, kategorie dopadu)
- 19) Degradative Water Footprint (mechanismus, příčiny, dopady, hlavní používané modely, kategorie dopadu)
- 20) Virtuální voda a Water-Energy-Food Nexus (význam a principy pojmů, využití v rámci produktové ekologie)

### 4) Technologie a chemie udržitelnosti

vychází z předmětů Green chemistry a Udržitelná energetika

- 1) Využití zelených rozpouštědel
- 2) Způsoby intenzifikace procesů
- 3) Využití katalýzy v zelené chemii (selektivní oxidace, acido-bazické reakce, ...)
- 4) Zpracování cukerné biomasy na chemikálie a paliva
- 5) Zpracování olejové biomasy na chemikálie a paliva
- 6) Zpracování lignocelulózové biomasy na chemikálie a paliva
- 7) Platformní chemikálie – výroba a použití
- 8) Bioplasty – výroba a využití
- 9) Metriky v zelené chemii

- 10) Principy zelené chemie
- 11) Primární zdroje (dostupnost klasických zdrojů, udržitelnost, energetická hustota, účinnost konverze).
- 12) Biomasa v energetice, fyzikálně-chemické vlastnosti biomasy, výroba tepla z biomasy.
- 13) Kombinovaná výroba elektrické energie, užitného tepla a vedlejších energetických produktů z biomasy (pyrolýza, zplyňování, fluidní spalování, biochar a popel jako pomocná půdní látka apod.).
- 14) Využití energie z odpadů. ZEVO / MBU / oddělený sběr (dostupnost, udržitelnost, legislativa, BREF).
- 15) Vodní, větrná a geotermální energie (typy turbín, výkon a výroba elektrické energie, tepelná čerpadla).
- 16) Fotovoltaická přeměna a využití solární termální energie (fotovoltaický jev, udržitelnost a recyklace panelů).
- 17) Udržitelnost v jaderné energetice, uzavřený palivový cyklus, množivé reaktory (perspektivní a současný typy reaktorů, účinnost).
- 18) Akumulace tepelné energie (pevné a kapalné materiály, fázová přeměna, využití uskladněné energie).
- 19) Akumulace elektrické energie (přečerpávací elektrárny, stlačený vzduch, setrvačníky, baterie, využití uskladněné energie).
- 20) Technologie zachytu, přepravy, uložení a využití CO<sub>2</sub>. Green deal, Fit for 55, BREF a IPCC.