



Masarykova střední škola chemická

Zpráva z praxe

Jméno a příjmení:	Vojtěch Nusko	Třída:	F4
Školní rok:	2023/24	Datum:	4. září–15. září
Umístění:	Rhein-Erft Akademie	Místo praxe:	Knapsack chemiepark
Adresa:	Industriestraße 300, 50354 Hürth, Německo		

- **Prohlášení:**

Čestně prohlašuji, že jsem zprávu z odborné praxe zpracoval (a) samostatně.

Kolín nad Rýnem

Kolín nad Rýnem (německy Köln, anglicky a francouzsky Cologne) je čtvrté největší město v Německu. Leží ve spolkové zemi Severní Porýní-Vestfálsko a žije zde přibližně 1,07 milionu obyvatel. Kolín je významným kulturním, obchodním střediskem a komunikačním uzlem, kde se konají četné veletrhy. Katedrála svatého Petra, Dóm, založená 1248 a dostavěná až v letech 1848–1880, patří k největším gotickým stavbám v Evropě a její věže dosahují výšky 157 m. Kolínská univerzita, založená roku 1388, je šestou nejstarší univerzitou ve střední Evropě a zároveň jednou z největších v Německu.

Chemický park Knapsack

Knapsack je lokalita Hürthu, okres Rhine-Erft, Severní Porýní-Vestfálsko, Německo. První písemná zmínka pochází z roku 1566. Po roce 1900 dochází k rozvoji průmyslu (1906 Knapsack-Griesheim AG, později součást Hoechst AG; 1913 výstavba hnědouhelné elektrárny Goldenberg- Werk).

Během 2. světové války RAF několikrát bombardovalo elektrárnu Knapsack. Kvůli ekologickým omezením muselo být mezi lety 1969 a 1979 přesídleno 4000 občanů. Dnes se zde vyrábí hlavně PVC, PP, NaOH a HCl.

Rhein-Erft-Akademie GmbH

RHEIN-ERFT AKADEMIE GmbH se sídlem v Knapsack Chemical Park je jednou z nejdůležitějších institucí pro odborné vzdělávání v Německu. Nabízí nabídku pro všechny věkové kategorie. Společnost byla založena v roce 2003 a má dlouhou tradici jako bývalé školicí oddělení společnosti Hoechst AG. Hlavními oblastmi je studium, školení a další vzdělávání.

– **Průběh praxe:**

Na praxi jsme odjeli v neděli 3. září, okolo 23:00 z autobusového nádraží Praha-Florenc, autobusem od společnosti Regiojet. Pedagogický dozor zajistili paní profesorka Mgr. Eva Vrzáčková a pan profesor Ing. Tomáš Mahnel, Ph.D. Linka z Prahy do Kolína nad Rýnem měla cílovou stanici Amsterdam a mezizastávky v Plzni a ve Frankfurtu nad Mohanem. Na kolínském letišti jsme přestoupili do autobusu, který nás zavezl na hotel v Hürth – Efferen, kde jsme byli po celou dobu praxe ubytováni. Do hotelu jsme dorazili s mírným zpožděním v pondělí 4. září kolem 8:00. Zde na nás čekal pan Ludwig Volkelt, instruktor na Rhein-Erft Akademie. Stejný autobus nás dovezl do již zmíněné akademie.

Akademie se nachází na území chemického parku Knapsack. Před vstupem do areálu jsme obdrželi návštěvnické karty. V učebně byl pro každého připraven klíč od skřínky, zvyrazňovače a štítek se jménem. Představili se nám instruktoři pan Volkelt a pan Grundke. Seznámili nás s plánem praxe a s laboratorními asistenty Larsem, Lukou a José. Do technika jsme se měli dostavovat vlakem S-Bahn a autobusem na 8:00 a končit v čase 14:00 - 15:00. Poté nám půjčili bezpečnostní brýle, plášť a boty s kovovou špičkou. V tento den jsme byli poučeni o bezpečnosti práce.

V celém techniku bylo celkem 17 aparatur/systémů. Z nich je 6 PLS (větší aparatury pro 2 lidi s obtížnějším zacházením) a 11 RD (menší aparatury pro jednoho člověka s automatickou termoregulací). Aparatura RD100 byla zřejmě k provozu neschopném stavu a byla proto odstavena. Součástí technika byla také analytická laboratoř, „velín“, sklad chemikálií a materiálů. Celý první týden měl být cvičný. Jeho úkolem bylo se naučit pracovat s aparaturami. Druhý týden jsem pracoval výhradně s aparaturami typu RD.

Ráno, v úterý 5. září nás naučili uvést technikum do provozu. To zahrnovalo otevření přívodu a odvodu vody a páry, zapnutí ventilace a vodní pumpy ve velíně. V tento den bylo v plánu cvičení s různými oběhy vně aparatur. Byla možnost si vyzkoušet práci s RD i PLS. Každá aparatura má suspenzní okruh, filtrační okruh (PLS jej má ještě rozdělený na malý a velký) a menší vedlejší míchací okruh. Jejich fungování ovlivňuje systém čerpadel, čidel a manuálních kohoutů a těch ovládaných přes program.



Ve středu 6. září jsme se učili zacházet s tepelným výměníkem. Chladicí a ohřivací systém sdílí oběh, přičemž má jiné ventily. PLS systém měl jen manuální řízení teploty. Pomocí jedné páky se přepínalo z ohřívání na chlazení a obráceně. Na spuštění páry, která měla teplotu 130 °C a tlak 6 bar, bylo potřeba otevřít 2 kohouty na vstupu a 1 na výstupu. Průtok páry se ovládal pomocí počítačově řízeného kohoutu velínu. Chladicí voda měla jen dva kohouty na vstupu a výstupu. RD systém byl celý automatický a řídil se pomocí programu. Průtok páry měl být nastavený na 300 l/min. Pokus: po ohřátí vody v suspenzním okruhu, vypnutí chlazení a převedení na filtrační okruh byla ztráta teploty v mé aparatuře necelé 2 °C.

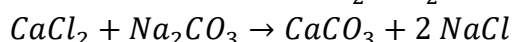
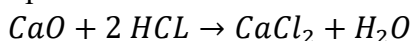


Ve čtvrtek 7. září bylo krátké cvičení s filtrem. Do reaktoru jsem napustil 14 l vody a po zapnutí suspenzního oběhu jsem přímo do reaktoru přidal 5 g aktivního uhlí. Poté jsem 10 min držel reaktor na 55 °C a pak dalších 10 min na 40 °C. Aktivní uhlí jsem filtroval dvakrát. Reaktor jsem vypláchl 20 l vody. Vyzkoušel jsem si pracovat jak s RD, tak PLS systémy.

V pátek 8. září probíhal prakticky totožně jako čtvrtek. Kvůli špatně nasazenému filtru jsem musel filtrovat celkem čtyřikrát přes dva různé filtry. Čistý filtrát jsem nevypouštěl ale přečerpával jsem jej zpátky do reaktoru. Aparaturu jsem uvedl do suspenzního cyklu. Navážil jsem si 400 g CaCO_3 a přidal jej do reaktoru. Po dostatečné homogenizaci jsem filtroval suspenzi přes čistý filtr za podtlaku. Filtroval jsem celkem třikrát, abych získal co nejvíce filtračního koláče. Filtrační koláč jsem přemístil na kovový plech a dal ho přes víkend vysušit.

V pondělí 11. září se vážil získaný CaCO_3 . Z prvotních 400 g uhličitanu se v aparatuře ztratilo 28 g. Na zítější výrobu se navažovalo 530 g CaO a 1150 g Na_2CO_3 .

V úterý 12. září proběhla výroba CaCO_3 . Ještě jsem si navážil 10 g aktivního uhlí a 3800 g 20 % HCl . Začal jsem nadávkováním 10 l vody. Zprovoznil jsem suspenzní okruh, zapnul míchadlo a ohřál vodu na 50 °C. Po dobu 15 min jsem do reaktoru přidával 530 g CaO . Dál jsem opatrně přidával HCl , dokud pH nekleslo mezi 2 až 3. Ke kontrole byl použit duální



lakmusový papírek. Bylo přisypáno 10 g uhlí. Suspenzi jsem třikrát filtroval. Prázdný reaktor jsem vypláchl vodou. Do malého míchacího okruhu jsem nalil 5 l teplé vody a nechal rozpustit 1150 g Na_2CO_3 . Filtrát, který byl roztokem CaCl_2 , jsem přečerpal zpátky do reaktoru. U vzorku roztoku Na_2CO_3 jsem změřil hustotu na 1,161 g/ml a navrátil jsem jej do reaktoru. Po dobu 20 min jsem přidával roztok Na_2CO_3 do roztoku CaCl_2 . Po přidání veškerého Na_2CO_3 jsem míchal 15 min. Test kompletního vysrážení jsem musel na pokyn pana profesora Mahnela přeskočit. Výslednou suspenzi CaCO_3 jsem mnohokrát filtroval při podtlaku. Koláč jsem třikrát promyl přibližně jedním litrem vody a dal jsem jej vysušit. Ve středu 13. září jsem svůj produkt vážil, dokud jsem měl neměnicí se váhu, a to 769 g. Teoretické výtěžek jsem spočítal na 945,69 g, tudíž jsem měl 81,32% výtěžek. Po zbytek práce jsem myl aparaturu.

Čtvrtek 14. září byl již poslední den, kdy se pracovalo. Jednalo se o výpočet objemu aparatury. Navážil jsem 50 g NaOH do 100ml kádinky a rozpustil jej v suspenzním okruhu. Kádinku jsem čtyřikrát vypláchl a její obsah přidal do reaktoru, tudíž jsem měl v reaktoru o 400 ml navíc. Po 10 min jsem odebral vhodný vzorek, jehož pipetáž jsem titroval 0,1 M HCl . Titroval jsem čtyřikrát, přičemž první jsem zanedbal.

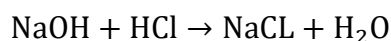
V_{pip}	V_{HCl}	$C_g \text{ NaOH}$
25 ml	20,4 ml	3,34 g/ml
25 ml	19,9 ml	3,26 g/ml
25 ml	19,8 ml	3,24 g/ml
25 ml	19,7 ml	3,22 g/ml

Výsledky vážení:

Datum: 8. 9. 2023	Zařízení: RD1000
Jméno: Vojtěch Nusko	
Produkt: CaCO_3	
Tára: 0,747 kg	
Váha mokrého koláče: 0,631 kg	
1. vážení	0,372 kg
2. vážení	0,372 kg

Výsledky vážení:

Datum: 12. 9. 2023	Zařízení: RD600		
Jméno: Vojtěch Nusko			
Produkt: CaCO_3			
Tára: 0,799 kg			
Váha mokrého koláče: 1,546 kg			
1. vážení	1,269 kg	5.	0,806 kg
2. vážení	0,997 kg	6.	0,770 kg
3. vážení	0,878 kg	7.	0,769 kg
4. vážení	0,839 kg	8.	-



$$m_{\text{NaOH}} = 50 \text{ g} \quad M_{\text{NaOH}} = 39,997 \text{ g/mol}$$

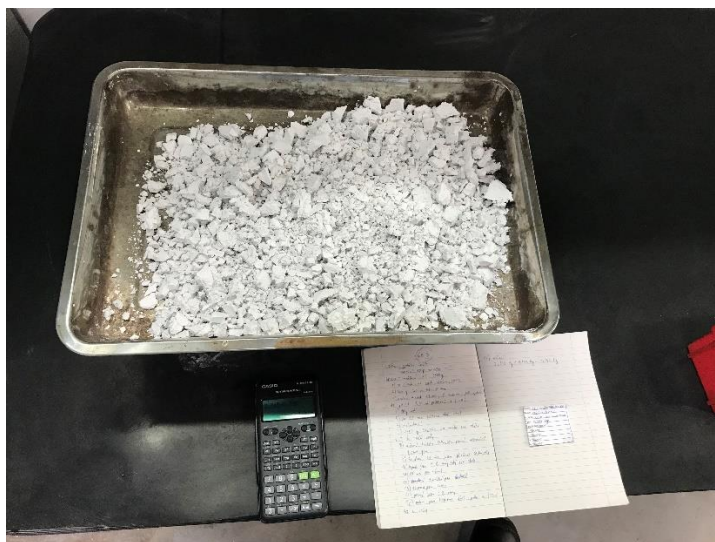
$$c_{\text{HCl}} = 0,1 \quad t_{\text{HCl}} = 1,023$$

$$c_g = \frac{c_{\text{HCl}} \cdot t_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}{V_{\text{pip}}} \cdot M_{\text{NaOH}}$$

$$V = \frac{m_{\text{NaOH}}}{c_{\text{g NaOH}}} - 0,4 \text{ l} = \frac{50 \text{ g}}{\frac{3,26 + 3,24 + 3,22}{3}} - 0,4 \text{ l} = 15,03 \text{ l}$$

V pátek 15. září jsme vrátili vybavení a do technika jsme se již nepodívali. Pan Volkelt nás osobně provedl po chemparku.

V sobotu 16. září jsme odjeli autobusem z letiště z Kolína nad Rýnem přibližně kolem 20:00. Do Prahy jsme přijeli zhruba s hodinovým zpožděním v 5:30.



– Prohlídka areálu:

Focení v areálu bylo zakázáno!

- Chemopark vyžaduje velké množství elektřiny. Ta je dopravována silnými kabely (v průměru 0,5 m) v podzemí z blízké elektrárny.
- Voda je čerpána ze vzdáleného Rýna. Knapsack neleží blízko řeky, a navíc je na kopci, což není pro zařízení tohoto typu běžné.
- V areálu převažuje spíše silniční doprava. Suroviny se dováží vlakovou dopravou.
- Výroba PVC:
 - Reaktor je tvořen nádrží z nerezové oceli s objemem 40 m³.
 - V reaktoru je tepelný výměník.
 - VCM (vinylchloride monomer) se vyrábí dehydrochlorací z dichlorethanu při 350 °C.
 - Jako rozpouštědlo se používá demineralizovaná voda, která se vyrábí za pomoci iontoměničů a ultrafiltrace.
 - Pufr pro VCM se skladuje v nádrží venku. Za slunečných dní se musí přímo chladit vodou.
 - Odplyn z reaktoru odchází do spalovny.
 - Perličky PVC se skladují v 72 silech, pod kterými je místo na nakládání na nákladní vozy.
 - Vyrobit se zde 500 000 tun PVC denně.
- Výroba PP:
 - Hlavní surovinou je propen. Ten se produkuje ve blízké rafinerii. Přichází v koncentraci 95 %, proto se ještě musí rektifikovat, aby byl čistý.
 - Jako katalyzátor se využívají aluminium alkyly.
 - Vzniklý PP se ohřeje na 130 °C, putuje do extruderu, nagraňuje se a potom se chladí.
 - Granulovaný PP se skladuje v kartonových kontejnerech v zastřešeném skladišti.
- Elektrolýza NaCl:
 - Na proud jsou potřeba transformátory. Elektrolýza spotřebuje většinu proudu v areálu.
 - Roztok NaOH se zahušťuje na 50 % v zahušťovadlech, jejichž vnitřek je z odolného a teplotuvzdorného uhlíku.
 - Cl₂ se využívá na výrobu uhlovodíkových derivátů a HCl. V areálu se též produkuje karbid vápníku, z něhož se vyrábí ethylen. Ethylen se chloruje používá se na výrobu PVC.
- Produkují se zde insekticidy a pesticidy.
- Pro Kolínské letiště se zde skladuje Safeway – octan draselný, pomocí něhož se v zimě odstraňuje sníh a led z drah.

– **Závěr:**

- Překvapilo mě, že se akademie nachází na území chemparku a ke vstupu do areálu budeme potřebovat návštěvnické karty. Někdy jsem měl problém rozumět instruktorům přes jejich německý přízvuk. Laboratoř na první pohled vypadala hrozivě, ale po instruktáži jsem se dokázal vyznat v přístrojích. Program práce v laboratoři se mi líbil. Naučil jsem se pracovat se systémem a s aparaturou. Se svými pracovními výsledky jsem byl více než spokojený. Při úkolu z úterý 12. 9. mělo být možné v RD aparaturách získat praktický výtěžek až okolo 81 ± 1 %, já jsem obdržel známku 100 %. Také ve čtvrtek se svými spočítanými 15,03 litry jsem se sekl jen o 430 ml (instruktorem napuštěné množství vody bylo 14,6 l).
- Ve volném čase bylo možné jet místní „metro-tramvají“ (S-Bahn) do Kolína nebo do Bonnu. Spíše jsem jezdil do centra Kolína. Zde jsem navštívil katedrálu DÓM. Vystoupal jsem na vyhlídku ve věži a zakoupil si pamětní minci. Naproti katedrále, přes řeku Rýn, jsem navštívil vyhlídku Cologne Triangle. Ve čtvrtek 7. 9. byl celoskupinový výlet do lanového parku. Akademie nám zapůjčila 5 kol, které jsme mohli využít na projížďky v okolí hotelu. Navštívil jsem čokoládové muzeum Lindt, kde jsem ochutnal výbornou čokoládu z opravdové čokoládové fontány.
- Byli jsme ubytováni ve dvouhvězdičkovém hotelu Schütze. Dle mého názoru by si hotel zasloužil lepší hodnocení. V pracovních dnech byla snídaně od 6:00 a stejně jako večere byla formou švédského stolu. V akademii byla kolem 9:30 svačina, přibližně ve 12:30 oběd. K obědu byla na výběr 3 různá jídla. Večere byly až na víkendy studené.
- Praxí jsem získal další zkušenosti. Zájezd jsem si užil, jak nejlépe jsem mohl. Určitě se chci do Kolína ještě někdy vrátit a navštívit místa, která jsem navštívit nestihl. Město se mi vcelku líbilo.



Vzorek mého produktu z úterý 12.9.