

Názov: Modrotlač

Témy a kľúčové slová: symetria, kongruentná rovinná projekcia, morfológia rastlín, chemické zloženie kvapalín, mechanické farbenie tkanív, polárne a nepolárne rozpúšťadlá,		Čas na realizáciu: štyri 45-minútové vyučovacie hodiny, nemusia nasledovať po sebe	Vek žiakov: 13-16 rokov
Úrovně práce s materiálom: Použité techniky sú ľahko realizovateľné. Téma motivuje žiakov ku kreativite cez originálnu tvorivú prácu.		Metodické poznámky, IKT podpora a pod.: priestor a čas pre samostatnú tvorivú prácu žiakov	
Potrebné pomôcky a prístroje: Pomôcky: plastové pečiatky s rôznymi motívami, farby na pečiatky, atrament, biely papier, štvorcový papier, počítač a projektor pre učiteľa (poprípade počítačová učebňa), 3 kadičky, 3 byrety, lievik, plastový hrebeň, vlna alebo papierové utierky, sklenená tyčinka, Chemikálie: voda, olej, metanol,		Vzdelávacie výsledky po realizácii aktivít: Žiaci získajú zručnosti ako vytvoriť originálny geometrický vzor pomocou pečiatok a štvorcovaného papiera. Žiaci porozumejú princípu opakovania sa geometrických vzorov a významu geometrických projekcií v rámci procesu tvorby pravidelne opakujúcich sa vzorov. Žiaci sú schopní vytvoriť pomocou IKT vlastné geometrické vzory (GeoGebra). Žiaci si zopakujú svoje vedomosti o morfológii rastlín. Žiaci pochopia základné princípy polarít a rozpustnosti kvapalín.	
Požadované základné vedomosti: Symetria, morfológia rastlín, vlastnosti kvapalín, molekúl a elektrického náboja,			
Bezpečnosť a ochrana zdravia: Práca s atramentom a farbami (pečiatky, farbenie kvetov a tkaniny) môže spôsobiť znečistenie oblečenia žiakov, ich častí tela ako aj pracovného miesta. Metanol – jedovatá kvapalina (jeho konzumácia spôsobuje oslepnutie až smrť).			

Opis vyučovania*Úvodná aktivita*

Diskusia o histórii modrotlače. Krátke video o výrobe modrotlače. Ukážka pohľadníc so vzormi modrotlače vyrobenými Slovenským národným centrom Ústredia ľudovej umeleckej tvorby.

*Hlavná aktivita***Prvá vyučovacia hodina – matematika**

Pracovné listy 1A a 1B

Každý žiak vytvorí niekoľko (2-3) vzorov pečiatkovaním na papier. Cieľom je zoznámiť sa s pečiatkovaním a vzorom dostupných pečiatok, niektoré so vzorov pečiatok sú symetrické. Prvý vzor môže byť neusporiadaný, druhý a tretí vzor by mali byť usporiadanejšie. Usporiadanie znamená nájdenie symetrií alebo rytmu vo vzore. Riešenia sú umiestnené na stenu alebo tabuľu. Niektorí žiaci (učiteľ ich vyberie na základe vytvorenia “najlepších riešení”) vysvetlia princípy ich riešení a opíšu symetrie alebo geometrické vzory, ktoré sa v ich riešeniach nachádzajú.

Druhá vyučovacia hodina – matematika

Pracovné listy 2A až 2C

Úvod o symetriách v geometrii alebo zhrnutie poznatkov z predchádzajúcej hodiny (záleží na veku žiakov a ich vzťahu k danej matematickej téme). Predstavenie symetrických geometrických vzorov na štvorcovom papieri. Žiaci tvoria ornament použitím pracovných listov (dokončujú vzory ornamentov) a/alebo tvoria ich vlastné originálne ornamentálne vzory.

Tretia vyučovacia hodina – matematika, IKT

Pracovné listy 2D a 2E

Použitie GeoGebry pri tvorbe symetrických ornamentálnych vzorov. Úroveň GeoGebry výstupov záleží od úrovne zručností žiakov s daným softvérom. Aktivita môže byť tiež použitá ako úvod na používanie niektorých špecifických funkcií GeoGebry.

Štvrtá vyučovacia hodina – matematika

Súbor riešení, diskusia o vzoroch, analýza vzorov z pohľadu hľadania symetrií (osi symetrií) v riešeniach.

Piata vyučovacia hodina – biológia

Pracovný list č. 3

Zopakovanie si vedomostí z morfológie rastlín.

Šiesta vyučovacia hodina – chémia a fyzika

Pracovný list č. 4

Chemický princíp priemyselného farbenia tkanív (modrotlač).

Plenárna aktivita

Plenárna aktivita sa odporúča po každej vyučovacej hodine.

Doplňujúce aktivity

Návšteva múzea, diskusia s ľudovým umelcom, návšteva workshopu o modrotlačí.

Rozširujúci text pre učiteľov

1. Čo je modrotlač?

Holandania boli tí, ktorí z ciest priniesli nový spôsob farbenia látok použitím modrého indigovníka. V 17. storočí, sa táto technológia dostala do nemeckých miest a odtiaľ sa rozšírila ďalej do západnej Európy.

Prvá zmienka o modrotlačí na Slovensku pochádza z roku 1798, nájdená v knihe farbiarov z Levoče. Najstarší zachovaný kúsok modrotlače bol vyrobený v Kremnici (1783) a v Dobšinej (1784).

Prírodnou surovinou pri výrobe modrotlače je indigovník. Je to rastlina, ktorá sa do Európy dostala koncom 17. storočia z Indie a priniesli ju holandskí moreplavci.

V roku 1777 bola v Karlsruhe v Nemecku, vydaná brožúra, ktorá opisovala techniku farbenia látok použitím modrého indigovníka, aj napriek tomu, že táto informácia bola utajovaná mnohé roky.

Poznáme dva druhy modrotlače, a to negatívna modrotlač, pri ktorej vzniká svetlý vzor na tmavom podklade a pozitívna modrotlač, pri ktorej je to naopak. Negatívna modrotlač bola známejšou a viac používanou formou. Látka s modrotlačou sa používala na šitie šiat, ale aj záclon, posteľnej bielizni a podobne. Pozitívna modrotlač je používanou na látky v Holandsku a Nemecku.

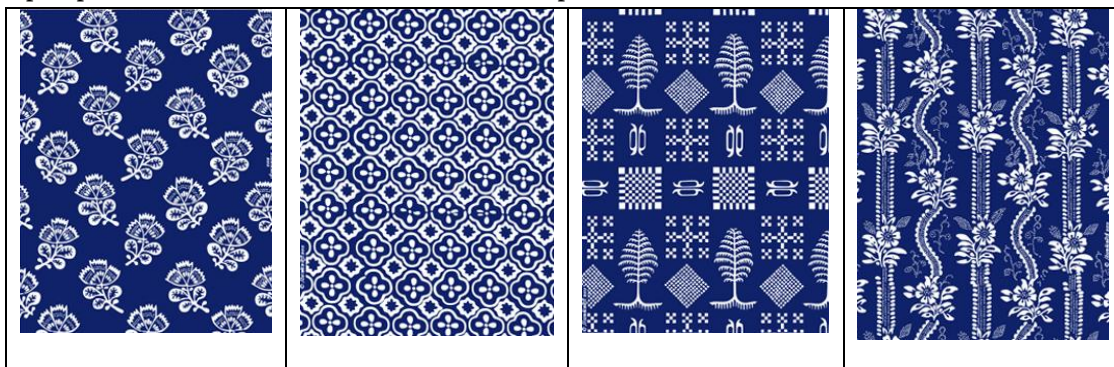
Od polovice 19. storočia do roku 1946 boli takmer v každom slovenskom meste obchody s modrotlačou. Dnes sa opäť modrotlač stáva populárnejšou.

Vzory na látku sa maľovali ručne štetcom alebo sa odtlačali drevenou formou (pečiatkou). V minulosti sa používala na maľovanie vzorov zmes kaolínu a arabskej gummy, dnes sa používa polotekutý roztok octanu hlinitého. Potom sa látka ponára niekoľkokrát do indigového kúpeľa. Po vytiahnutí z farby látka prichádza do styku so vzduchom, indigo oxiduje a farbí látku na modro. Intenzita modrej farby závisí od počtu ponorení látky do indigovej farby. Vzory maľované ručne štetcom alebo otláčané pečiatkou boli biele (alebo mali pôvodnú farbu z farbenia látky). Rôzne vzory boli charakteristické pre rôzne kraje Slovenska. Zachovalo sa iba niekoľko vzorov modrotlače na látkach, pečiatkach a iných výrobkoch alebo tiež na obrázkoch a fotografiách.

2. Teória tapetových grúp symetrií v ornamentoch modrotlače

Niektoré vzory modrotlače (obr.1) by sme mohli zaradiť k tapetovým grupám symetrií, ktoré sú matematickou klasifikáciou rovinných opakujúcich sa vzorov. Založené sú na symetriách týchto vzorov. Tapetovým vzorom je vlastne ornament vytvorený nekonečným opakovaním motívu v dvoch smeroch. Keďže ide o ornament môžeme povedať, že tapetový vzor je istým

druhom výzdoby s vnútorným poriadkom. Samotná tvorba ornamentu nie je jednoduchá a predpokladá istú mieru abstrakcie, fantázie a predstavivosti.

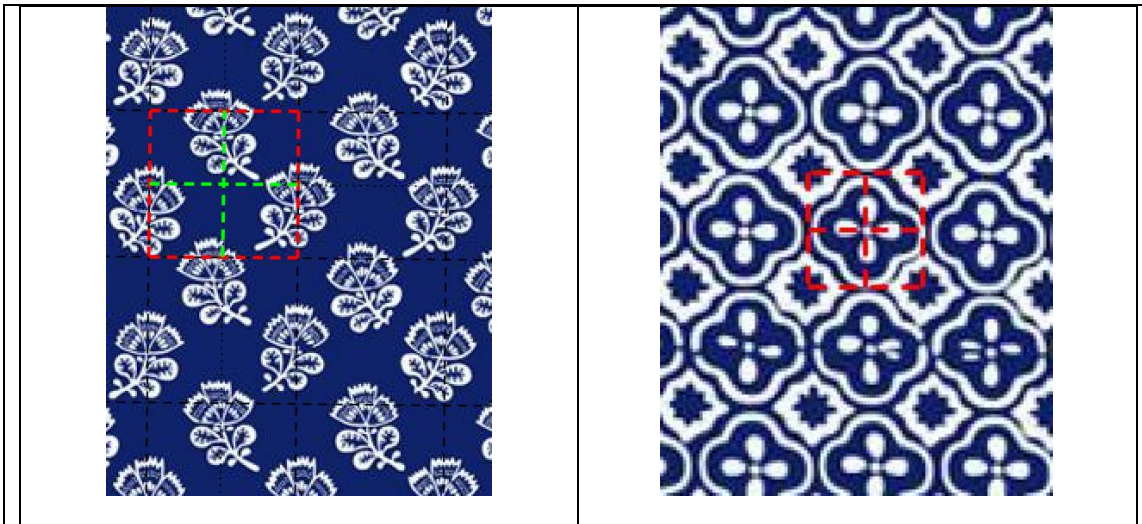


Obr.1 Vzory modrotlače z pohľadníc vyrobenými Slovenským národným centrom Ústredia ľudovej umeleckej tvorby

Spomínaná teória tapetových grúp symetrií začala byť významnejšou koncom 19. storočia kedy sa rozvíjala spolu s enumerickou teóriou krystalografických grúp. Práve preto autormi prvých poznatkov o tapetových grupách symetrií boli krystalografici (A. Bravais, E. S. Fjodorov, A. Schoenflies, W. Barlow, H. Hilton), ktorí sa zaoberali okrem tapetových grúp symetrií v rovine aj grupami v trojrozmernom priestore. Prvýkrát bolo klasifikovaných 17 tapetových grúp ruským krystalografom E.S. Fedorovom, a to v roku 1891. Od tej doby sa začali objavovať práce dizajnérov a historikov študujúcich vývoj ornamentu v rôznych kultúrach nielen z umeleckého hľadiska, ale aj z hľadiska tried tapetových grúp symetrií.

Dôležitým pojmom pre nás bude symetria. Symetriou vzoru rozumieme zobrazenie, ktorého aplikáciou sa vzor zobrazí sám na seba. Tapetové grupy rozdeľujú jednotlivé vzory ornamentu pomocou symetrií. Symetrie nejakého vzoru je možné merať pomocou grúp. V tomto prípade môžeme povedať, že symetrie tapety modrotlače odpovedajú nejakej podgrupe zhodnosti Euklidovho priestoru, ktorého prvky sú zhodnosti v rovine. Ornamenty modrotlače je teda možné analyzovať pomocou zhodných zobrazení medzi ktoré patrí osová a stredová súmernosť, otočenie, posunutie, posunutá súmernosť a identita.

Obr. 2 ukazuje ako je možné analyzovať niektoré vzory modrotlače pomocou teórie tapetových grúp symetrie. K jednoduchej analýze sme si vybrali dva vzory. Zo vzorov vyberieme elementárnu oblasť, ktorá sa periodicky opakuje. Nebudeme presne vzory zaraďovať a definovať ich grupy symetrií.



Obr. 2 Elementárna oblasť vzoru slovenskej modrotlače



Obr. 3 Príklady vzorov modrotlače z Holandska.

Literárny prehľad:

Danglová, O. 2014. Modrotlač na Slovensku. Blueprint in Slovakia. The Centre for Folk Art Production. ISBN 978-80-89639-12-0

Pokorný, A. 2008. Tapetové vzory a grupy. [online] Available at <https://is.muni.cz/th/106039/pedf_b/tapetove_vzory.txt> [Accessed 30 May 2014]

Tessellations. [online] Available at <<http://www.next.cc/journey/design/tessellations>> [Accessed 10 June 2014]

Ústredie ľudovej umeleckej výroby. 2014. Výroba modrotlače – farbiarstvo, modrotlačiarstvo. [online] Available at <<http://www.uluv.sk/sk/web/servis-pre-vyrobcoy/tradicne-remesla-a-vyroby/vyroba-modrotlace/>> [Accessed at 5 June 2014].

Paliesková, L., Luhová, A. 2013. História púchovskej modrotlačovej dielne. [online] Available at <<http://www.modrotlac.sk/historia-modrotlace/>> [Accessed at 5 June 2014].

Creative Commons Attribution Share. 2014. All about Tessellations. [online] Available at <<http://geometrykcook.wikispaces.com/All+About+Tessellations>> [Accessed 6 June 2014].

Addy Slovakia. 2014. Výroba modrotlače na Slovensku. [online] Available at <<http://www.slovenskedarceky.sk/zaujimavosti/vyroba-modrotlace-na-slovensku.html>> [Accessed 6 June 2014].

<http://zivot.azet.sk/clanok/16312/peter-ozivuje-tradiciu-podari-sa-mu-u-nas-vzkriesit-modrotlac.html>

<http://petalka.blogspot.sk/2012/12/som-folklorista-je-jedno-ze-mam.html>

<http://www.pluska.sk/soubiznis/domaci-soubiznis/borhyova-miss-universe-ziari-satach-modrotlacou.html>

<http://www.sashe.sk/handmade?od=najpacivejsich&hladat=modrotla%C4%8D>

PRACOVNÝ LIST 1A

MENO

VEK

DÁTUM

Pomocou pečiatok vytvorte vzor pre modrotlač.

PRACOVNÝ LIST 1B

MENO

VEK

DÁTUM

Pomocou pečiatok vytvorte vzor pre modrotlač tak, aby bol vzor symetrický.

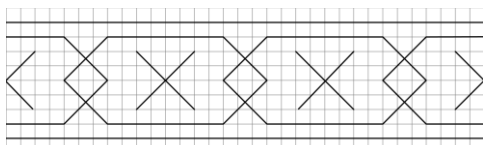
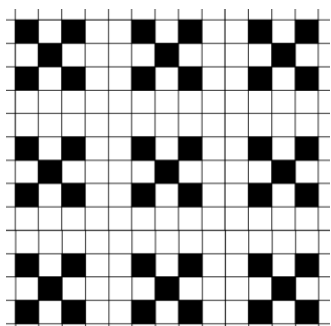
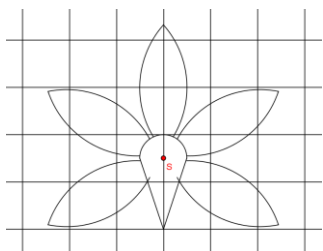
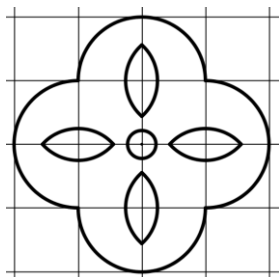
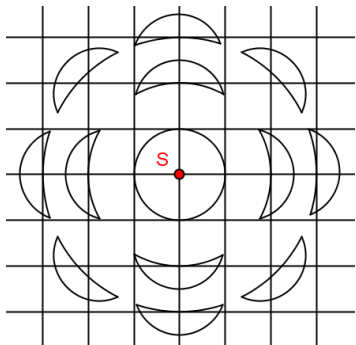
PRACOVNÝ LIST 2 A

MENO

VEK

DÁTUM

Priradiť motívy naľavo ku vzorom modrotlače napravo podľa toho, či sa daný motív nachádza vo vzore.



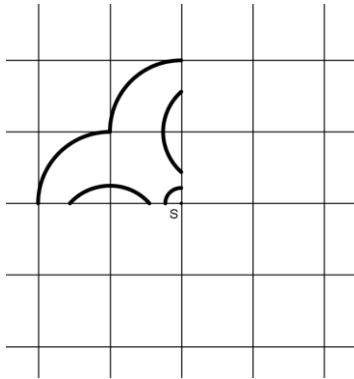
PRACOVNÝ LIST 2 B

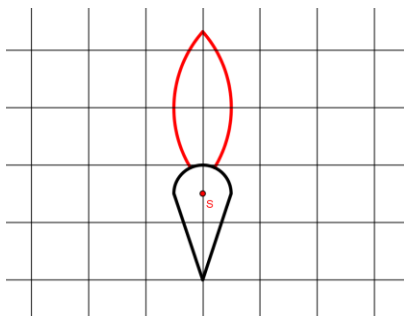
MENO

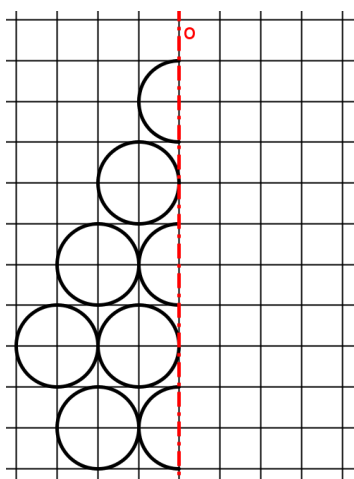
VEK

DÁTUM

Zo vzorov modrotlače sme vybrali časti motívov. Dorysujte motívy do štvorcovej siete tak, aby ste pritom použili niektoré zo zhodných zobrazení (osová súmernosť, stredová súmernosť, otočenie, posunutie) a dostali časť vzoru modrotlače. Popíšte postup vášho riešenia.





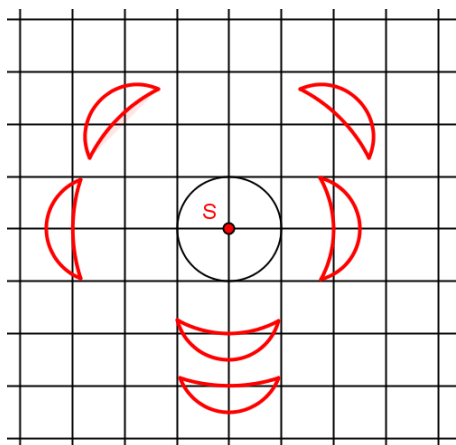


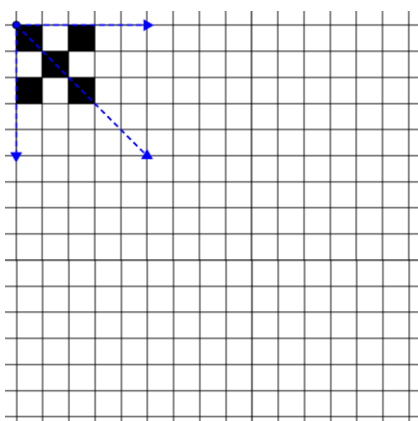
PRACOVNÝ LIST 2 B

MENO

VEK

DÁTUM





PRACOVNÝ LIST 2 C

MENO

VEK

DÁTUM

Vyberte si vzor z modrotlače, ktorý sa vám páči a nakreslite vybraný motív do dolnej štvorcovej siete. Ak už viete ako motív nakresliť, narysujte ho do hornej štvorcovej siete. Motív potom niekoľkokrát zobrazte tak, aby ste motívom vyplnili celú hornú mriežku a dostali tak váš nový vzor pre modrotlač.

The form consists of two large square grids, each 20 squares wide and 20 squares high. The top grid is intended for sketching a motif, and the bottom grid is intended for repeating the motif to fill the page. The grids are separated by a horizontal line. The entire form is enclosed in a black border.

PRACOVNÝ LIST 2 D

MENO

VEK

DÁTUM

Vymyslite vlastné vzory pre modrotlač, ktoré budú zložené z geometrických rovinných útvarov. Narysujte jeden geometrický motív do hornej štvorcovej siete a druhý motív do štvorcovej siete dole. Motívy zobrazte použitím zhodných zobrazení v rovine tak, aby ste ním vyplnili celú rovinu a dostali nový vzor pre modrotlač.

The image shows two large square grids, each composed of 20 columns and 20 rows of small squares. These grids are intended for drawing geometric patterns. The top grid is for the first motif, and the bottom grid is for the second motif. The grids are separated by a horizontal line. The entire drawing area is enclosed in a large rectangular frame.

PRACOVNÝ LIST 2 E

MENO

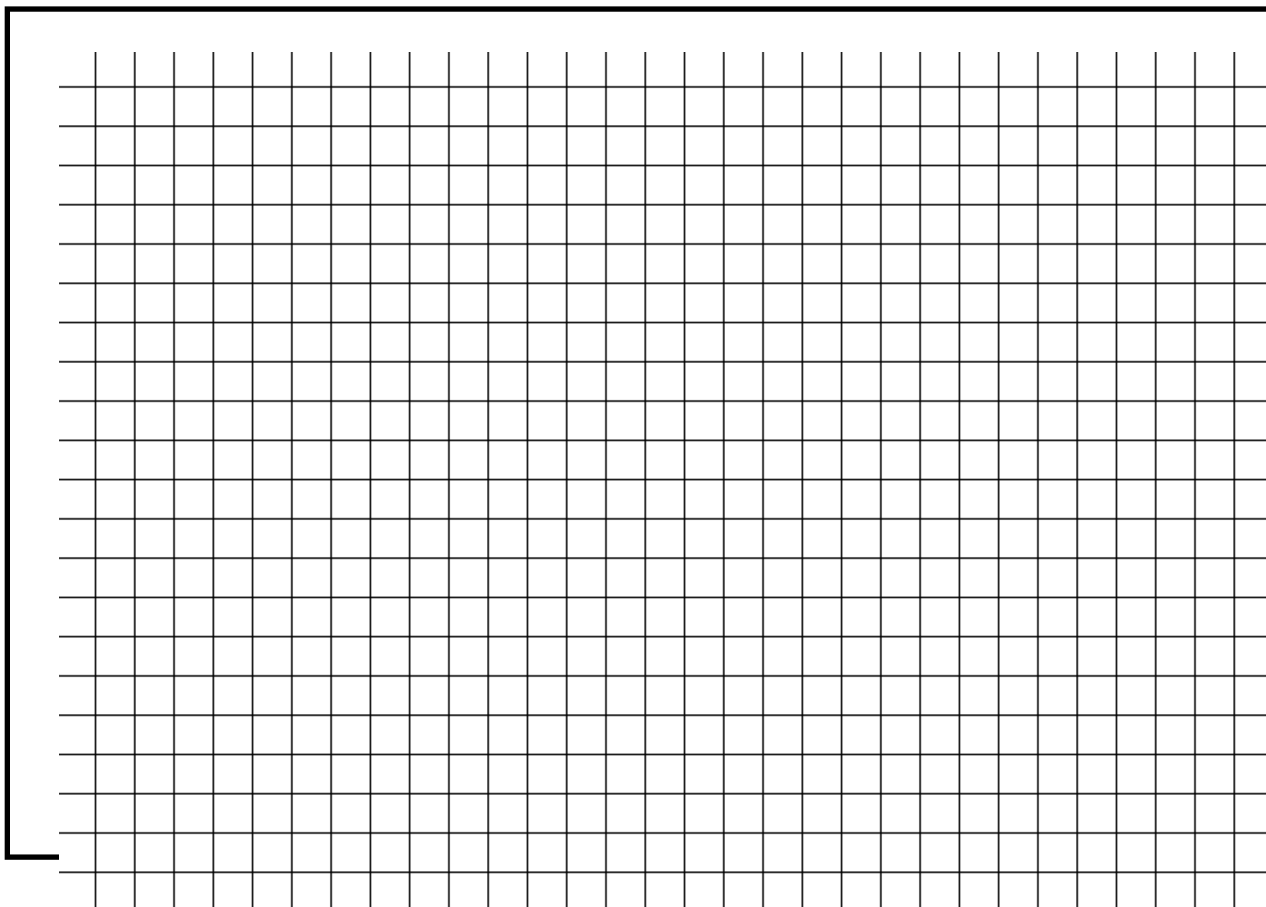
VEK

DÁTUM

Vymyslite vlastné vzory pre modrotlač, ktoré budú zložené z geometrických rovinných útvarov. Narysujte jeden geometrický motív do hornej štvorcovej siete a druhý motív do štvorcovej siete dole. Motívy zobrazte použitím zhodných zobrazení v rovine tak, aby ste ním vyplnili celú rovinu a dostali nový vzor pre modrotlač. Vytvorte tri vzory pre modrotlač, ktoré zostrojíte pomocou kružidla a pravítka tak, aby ste:

- Prvý vzor vytvorili v zobrazení pomocou vzájomne rovnobežných osí súmernosti (použité aspoň 4 osi súmernosti).
- Druhý ornament zobrazili pomocou vzájomne rôznobežných osí súmernosti, ktoré prechádzajú jedným spoločným bodom a osi navzájom zvierajú rovnaké uhly (použité aspoň 4 osi súmernosti).
- Tretí ornament zobrazili pomocou osí súmernosti, kde sú niektoré vzájomné rovnobežné a iné s nimi rôznobežné (použité aspoň 4 osi súmernosti).

Každý ornament by mal vzniknúť štylizáciou geometrických rovinných útvarov. To znamená, že napríklad použitím kružníc a priamok vytvoríte napríklad kvet, hríb, rastlinu, zviera, dom, strom, rôzne iné predmety a pod.



PRACOVNÝ LIST 2 E

MENO

VEK

DÁTUM

A blank sheet of graph paper with a grid pattern. The grid consists of 20 columns and 20 rows of small squares. The entire grid is enclosed within a thick black border.A blank sheet of graph paper featuring a uniform grid of small squares. The grid consists of 20 columns and 20 rows, creating a total of 400 square units. The lines are thin and black, set against a white background. There are no margins or additional markings on the page.

PRACOVNÝ LIST č. 3 Modrotlač - Biológia

MENO

VEK

DÁTUM

Modrotlač je jedinečná technika farbenia tkanív, ktorá dorazila do Európy (ako aj na Slovensko) z Orientu. Dôležitým komponentom pri farbení tkanív modrotlačou je prírodné farbivo - indigo, ktoré bolo pôvodne získavané z rastliny Indigovníka (*Indigofera*) primárne vyskytujúceho sa v Indii. Indigovník patrí do rozsiahleho rodu pozostávajúceho z viac ako 750 druhov kvitnúcich rastlín z čeľade bôbovité (*Fabaceae*), ktoré sú rozšírené v tropických aj subtropických krajinách sveta.

Morfológia rastlín

Úloha 1: Charakteristika rastlinných štruktúr a orgánov Indigovníka.

Pri tejto úlohe je potrebné zodpovedať nasledovné otázky a vybrať správnu odpoveď (pri riešení daných úloh vám ako pomôcka bude slúžiť obrázok Indigovníka – Obr. 1).



Obr. 1 Indigovník.

PRACOVNÝ LIST č. 3 Modrotlač - Biológia

MENO

VEK

DÁTUM

1. Aký typ čepele je charakteristický pre listy Indigovníka?

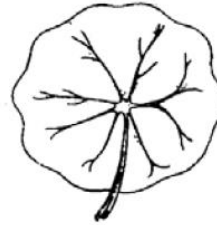
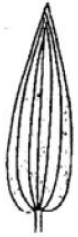
a) ihlicovitý

b) elipsovité

c) vajcovité

d) štítovité

e) srdcovité



2. Aký typ zloženého listu je charakteristický pre Indigovník?

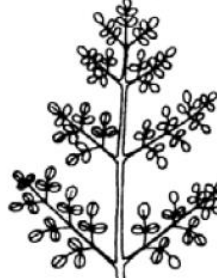
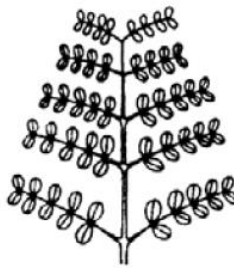
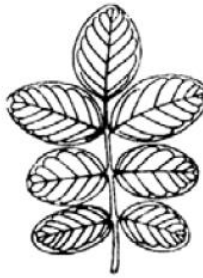
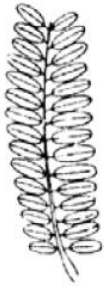
a) Párnopeřovitý

b) Nepárnopeřovitý

c) dvojnásobne
párnopeřovitý

d) dvojnásobne
nepárnopeřovitý

e) niekoľkonásobne
zložený



3. Aký typ súkvetia je charakteristický pre Indigovník?

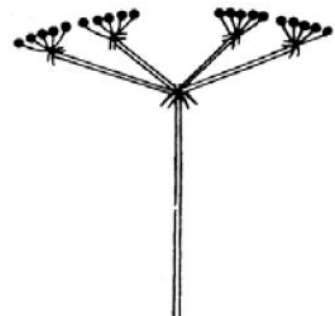
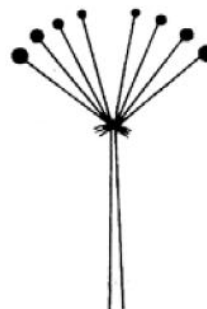
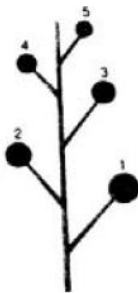
a) strapiec

b) metlina

c) klas

d) okolík

e) zložený okolík



PRACOVNÝ LIST č. 3 Modrotlač - Biológia

MENO

VEK

DÁTUM

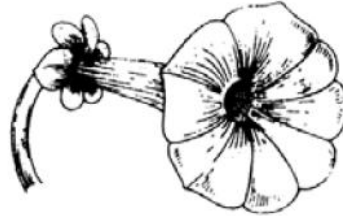
4. Aký typ okvetia je charakteristický pre kvet Indogovníka?

a) zvončekovitý

b) rúrkovitý

c) lievikovitý

d) pyskovitý



5. Aký typ plodu je charakteristický pre Indigovník?

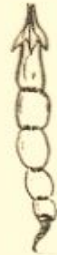
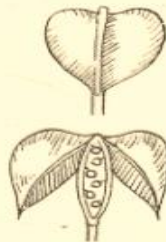
a) struk

b) šešula

c) šešulka

d) mechúrik

e) pastruk



Literárny prehľad:

<http://spectator.sme.sk/c/20057003/blueprint-in-slovakia.html>

http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=116399

http://www.careerpoint.ac.in/download/smp_sample/Botany_Plant%20morphology.pdf

PRACOVNÝ LIST č. 4 Modrotlač - chémia, fyzika

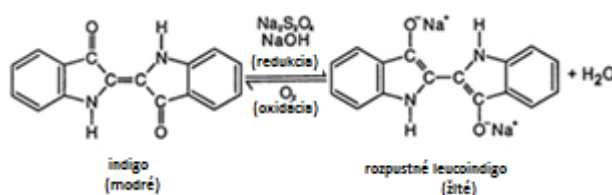
MENO

VEK

DÁTUM

Modrotlač je jedinečná technika farbenia tkanív, ktorá dorazila do Európy z Orientu. Proces farbenia modrotlačou začína podľa pôvodnej receptúry nanášaním tlačiarenskej rezervy (kedysi zmes kaolínu a arabskej gumy, dnes polotekutý roztok octanu hlinitého) na čistú tkaninu. Následne sa na látku maľuje vzor ručne alebo použitím drevenej formy (pečiatky). Potom sa takto upravená tkanina ponorí niekoľkokrát do studeného roztoku indiga, vápna a skalice. Pri vystavení tkaniny vzdušnému kyslíku sa mení zafarbenie na modré.

Použitie indiga ako farbiva je zložité, pretože nie je rozpustné vo vode. Avšak ľahko sa redukuje pomocou síranu sodného v silne alkalickom prostredí na vo vode rozpustné leukoindigo, pričom mení farbu z modrej na žltú.



Leucoindigo sa veľmi silno viaže na vlákna celulózy, pretože obsahuje veľké póry, do ktorých sa molekuly farbiva ľahko zachytávajú. Pri styku molekúl leukoindiga so vzdušným kyslíkom, dochádza k ich oxidácii za vzniku ich nerozpustnej formy, avšak zostávajú zachytené vo vnútri tkaniny v póroch celulózy a vďaka svojej veľkosti sa z tkaniny neuvolňujú. Keď je tkanina namočená do bieleho roztoku (leukoindigo), farbivo sa nasiakne do vnútra tkaniny, následne sa oxiduje naspäť na svoju nerozpustnú formu – indigo a zafarbí tak tkaninu na modro. Farba tkaniny dosiahnutá týmto procesom je veľmi stála a odolná voči vymývaniu pri praní, pretože modré farbivo indigo je nerozpustné vo vode.

Najdôležitejší proces tohto postupu je založený na rozpustnosti leukoindiga a nerozpustnosti indigo vo vode. Aké podmienky ovplyvňujú, či farbivá (indigo a leukoindigo) budú rozpustné vo vode? Pre lepšie pochopenie procesu farbenia tkanín indigom, sa musíme pozrieť na chémiu a fyziku skrytú na pozadí tohto procesu.

Úloha č. 1: Chemická štruktúra kvapalín

Chemikálie: voda, olej, metanol

Pomôcky: 3 kadičky, 3 byrety, lievik, plastový hrebeň, vlna (alebo papierové utierky)

Postup:

1. Naplňte byretu vodou a nechajte tiecť jemný prúd vody.
2. Šúchajte hrebeň s vlnou (alebo papierovou utierkou) približne 10 sekúnd.
3. Priložte hrebeň k prúdu vody, tak aby sa jej nedotýkal.
4. Sledujte, čo sa stane s prúdením vody.
5. Zopakujte ten istý proces s olejom a metanolom.

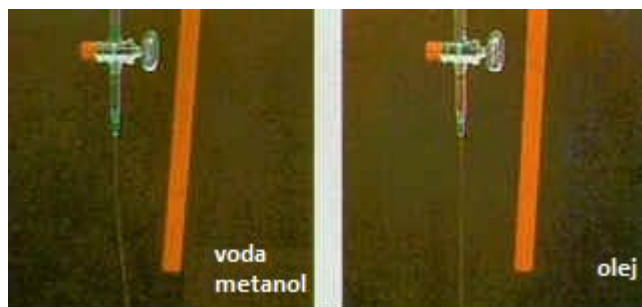
Záver: Hrebeň spôsobil zmenu smeru prúdenia vody a metanolu. Nemal žiadny vplyv na prúdenie oleja.

PRACOVNÝ LIST č. 4 Modrotlač - chémia, fyzika

MENO

VEK

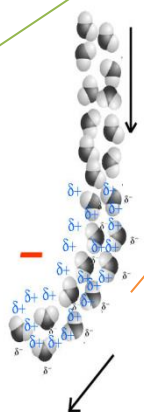
DÁTUM



Mechanizmus:

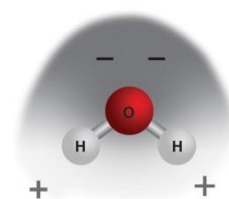


Pri pošúchaní hrebeňa vlnou niektoré elektróny z molekúl vlny preskočia na hrebeň, tým spôsobia, že hrebeň bude negatívne nabitý.



Voda (ako aj metanol) po priložení záporne nabitého hrebeňa zmení svoje prúdenie. Z toho vyplýva, že molekuly vody (metanolu) sú polarizované (smer prúdenia oleja sa pri pokuse nezmenil, pretože je nepolárny).

Vysvetlenie: Molekula vody (ako celok) má 10 protónov a 10 elektrónov, takže je neutrálna. V molekule vody (ako aj metanolu) sú kovalentné väzby medzi atómom kyslíka a vodíka tvorené párom elektrónov. V tejto kovalentnej väzbe je atóm kyslíka elektronegatívnejší (príťahuje elektróny z kovalentnej väzby k sebe a tým ich odťahuje od vodíka). Nerovnomerné rozmiestnenie elektrónov spôsobuje vznik čiastkového negatívneho náboja na kyslíku, zatiaľ čo na vodíku vzniká čiastkový kladný náboj. Preto má molekula vody pozitívne nabitú časť ako aj negatívne nabitú časť a teda je polárna.



Úloha č. 2: Rozpustnosť polárnych a nepolárnych látok.

Chemikálie: voda, olej, metanol

Pomôcky: 2 kadičky, sklená tyčinka

Postup:

1. Nalejte do oboch kadičiek rovnaké množstvo vody.

PRACOVNÝ LIST č. 4 Modrotlač - chémia, fyzika

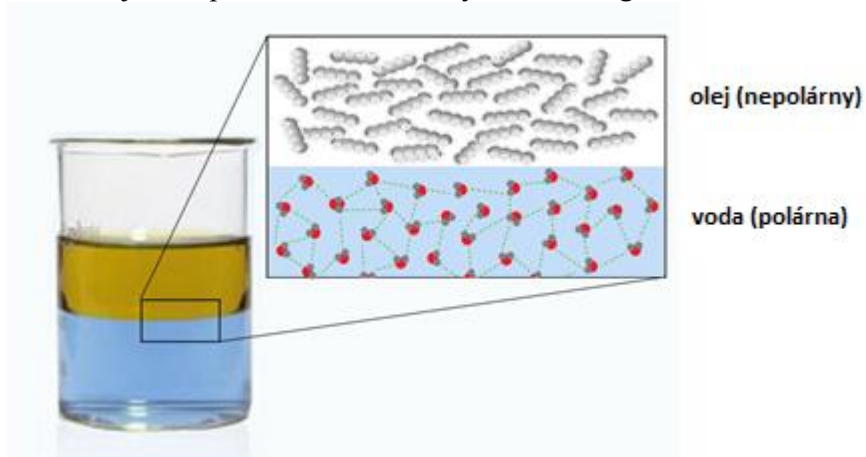
MENO

VEK

DÁTUM

2. Pridajte metanol do prvej kadičky a dobre premiešajte.
3. Pridajte olej do druhej kadičky a taktiež dobre premiešajte.
4. Popíšte, čo sa udeje v oboch kadičkách.

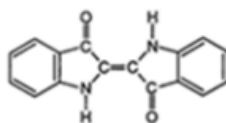
Záver: Žiaci zaznamenali, že keď zmiešajú vodu s olejom, olej sa vznáša na hladine vody a tekutiny sa nezmiešajú. Naopak voda a metanol vytvoria homogénnu zmes.



Mechanizmus: Dve tekutina sa homogénne zmiešajú, ak sú obe polárne (resp. nepolárne). Avšak polárna a nepolárna tekutina sa navzájom nepremiešajú.

Na základe predchádzajúceho vysvetlenia môžeme zhrnúť že:

- Molekula indigo nie je polárna.



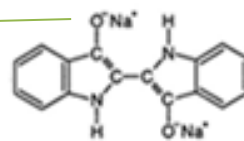
PRACOVNÝ LIST č. 4 Modrotlač - chémia, fyzika

MENO

VEK

DÁTUM

Naopak molekula leucoindiga je polárna, pretože má čiastkový kladný náboj na atóme sodíka a čiastkový záporný náboj na atóme kyslíka.



Indigo je nepochopiteľne zložitá látka a to je hlavný dôvod, prečo sa nerozpúšťa vo vode. Iba polárna zložitá látka (leucoindigo) sa môže rozpúšťať vo vode (polárnom rozpúšťadle).

Literárny prehľad:

https://en.wikipedia.org/wiki/Indigo_dye

<http://www.langwaterlab.com/3-2-oil-and-water/>

<http://humantouchofchemistry.com/why-oil-and-water-do-not-mix.htm>

<http://www.physicscentral.com/experiment/physicsathome/sink.cfm>

<http://www.middleschoolchemistry.com/lessonplans/chapter5/lesson1>

<http://www.chim.lu/ech0417.php>

<http://kekule.science.upjs.sk/chemia/ucebtext/KUCH4/uloha%205.htm>