

Nyugat-Magyarországi Egyetem
Természettudományi és Műszaki Kar
Kémia és Környezettan Tanszék



A papír újra életre kel, mint építési modell alapanyag

Dr. Nemes József PHD
egyetemi docens
NYME TTK

Kártyás László
környezettan-technika
BSC

Szombathely
2015

TARTALOM

1. PROBLÉMAFELVETÉS.....	4
1.1. "FELFEDEZÉS"	4
1.2. ELSŐ PAPÍRTÉGLÁK NYOMÁSA.....	4
1.3. KÍSÉRLETEZÉS, KPPE HASZNÁLHATÓSÁGA.....	6
2. A PAPÍR	8
2.1. HOGYAN KÉSZÜL A /MAI/ PAPÍR?	8
2.1.1. A modern papírgyártás technológiája	8
2.1.1.1. Alapanyag-előkészítés	9
2.1.1.2. Lapkészítés papírgépen.....	9
2.1.1.3. Kiszerezés	10
2.1.2. Gyártástechnika röviden.....	10
2.1.3. Papír adalékanyagai.....	10
2.2. PAPÍR TULAJDONSÁGAI	11
2.3. PAPÍRTÍPUSOK, ZÖLDEBB KÖRNYEZETÉRT	12
3. ÉLETVITEL ÉS GYAKORLAT MŰVELTSÉG TERÜLETEI.....	14
3.1. PAPÍRTÉGLÁK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A TECHNIKA TANTÁRGY KERETÉBEN.....	14
3.1.1. Elsőtől a negyedik osztályig.....	14
3.1.1.1. Első technika könyvem.....	14
3.1.1.2. Második osztály	15
3.1.1.3. Harmadik osztály.....	18
3.1.1.4. Negyedik osztály	19
3.1.2. Összegzés /1-4-ig/	19
3.1.3. Ötödiktől a nyolcadik osztályig.....	19
3.1.3.1. Ötödik osztály	19
3.1.3.2. Hatodik osztály	21
3.1.3.3. Hetedik osztály	22
3.1.3.4. Nyolcadik osztály.....	22
3.1.4. Összegzés /5-8-ig/	24
3.1.5. Módszertan	24
3.2. TANÍTÁS, OKTATÁS.....	25
3.2.1. Milyen ismeretanyagot hordoz a modellezés?	25
4. KPPE KÉSZÍTÉS.....	28
4.1. PAPÍRTÉGLA KÉSZÍTÉS LÉPÉSEI	28
4.1.1. Nyersanyag	28
4.1.2. Technológia	28
4.1.2.1. Nyersanyag előkészítése	28
4.1.2.2. Formanyomás.....	29
4.1.3. Modell/makett alapanyag.....	30
4.2. ÖSSZEGZÉS	30
5. ALAPANYAG MEGMUNKÁLÁSA	31
5.1. SZÁRAZ MEGMUNKÁLÁS	31
5.2. NEDVES MEGMUNKÁLÁS	31
5.3. PLASZTIKAI MUNKÁK	32
5.3.1. Hibás felületek javítása/elrejtése adalékanyagokkal	32
5.3.2. Testek festése/színezése	32

6. FÓKUSZBAN A PAPÍR /SAJÁT MÉRÉSEK/	33
6.1. ICP-AES VIZSGÁLAT	33
6.2. ELEKTRONMIKROSKÓPOS VIZSGÁLAT	35
6.3. TÖMEGMÉRÉS	37
7. MODELLEZÉS	38
7.1. ELSŐ MODELLEM /NYME SAVARIA EGYETEMI KÖZPONT C- ÉPÜLET/	38
7.1.1. Épület külső megjelenése	38
7.1.2. Méretek, tervezés	38
7.1.3. Kivitelezés	39
7.1.4. Összegzés számokban	40
7.1.5. Öko Modell	41
7.2. ISMERKEDÉS A PAPÍRRAL JÁTÉKOSAN	41
8. MODELLEZÉS SZÁMOKBAN	42
7.3. ÓRAVÁZLAT	42
7.4. KÖLTSÉGVETÉS	43
BEFEJEZÉS	45
IRODALOMJEGYZÉK	46
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	48

1. PROBLÉMAFELVETÉS

1.1. "FELFEDEZÉS"

Feltehetjük azt a kérdést, hogy: Honnét kezdődött a papírmódel készítés?

Az első meghatározó pont az volt mikor véletlenül ki lett mosva pár papír zsebkendő.

Meghökkenem, hogy milyen kemény és könnyű is tud lenni egy 3 rétegű papírzsebkendő.

Majd beáztattam néhány darab zsebkendőt vízbe, de előtte apró darabokra tépkedtem, közben megkevertem és lassan kezdett darabjaira fozlani, megindul a pépesedés. Kerestem valamilyen formát amibe beletehetem és erő hatására eltávozik a víz és felveszi a forma alakját, majd eltávolítottam a formát és meleg helyre tettem, hogy elpárologjon a víz a préselt papírból. Száradás után egy masszív új anyagot kaptam!

Korábban már az Egyetemen hallgattam egy oktatásmódszertannal foglalkozó tantárgyat, melyben a diákok technika és életvitel órán különböző feladatokkal szembesülnek. Többféle gyakorlati példát említ a tankönyv, ahol gyakorolhatják az alapfogásokat például a barkácsolásnál elengedhetetlen az eszközök rendeltetésszerű használata. Az eszközöket csak akkor lehet használni, ha van min kipróbálni!

Elgondolkodtam ... Heuréka!!!

Megtaláltam az ideális alapanyagot!

Az alapanyag lehetne préselt papír tégl, ezzel az anyaggal az iskolák képesek a technika óra anyagát elmélyíteni a tanulóknál. A barkácsoláshoz/modellezéshez szükséges alapanyag biztosítva van, így már kivitelezhetőek a tankönyvek által említett makettek, modellek gazdaságos módon. A költségét tekintve papírhulladék és víz kombinációjából, valamint nyomóforma segítségével előállítható egy masszív építőelem. A "téglából" megszülehetnek a modellek és egyéb érdekes formák, melyeket a tankönyvek alapján építhetünk meg.

1.2.ELSŐ PAPÍRTÉGLÁK NYOMÁSA

A préselt papírtégla készítéséről néhány pontban /az első lépések/, a lehető legegyszerűbb módon.

1) Lépés: Milyen formát válasszak?

Elhatároztam, hogy a sablon tégl alak legyen, mert az építészetben a leggyakrabban használt építőelem nem más, mint a tégl, kisméretű viszonylag könnyű, könnyen mozgatható és csodás építményeket lehet alkotni belőle!

2) Lépés: Miből és hogyan készüljön a forma?

Olyan téglalapalakú tárgyat nem találtam, amiből könnyedén el tudtam volna távolítani a préselt téglát. Hajlítottam alumínium lemezből egy téglalap alakú keretet, melybe betöltöm a pépet. Már csak valamivel ki kell nyomnom a pépből a felesleges vizet, először lemezből

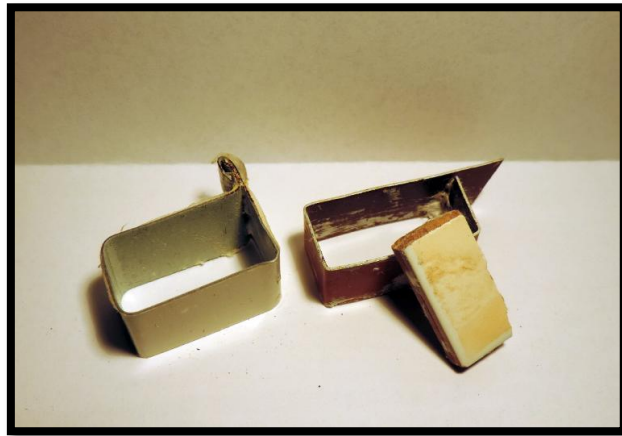
vágtam téglalap alakot, de nem volt megfelelő, mert elhajlott, amikor erőt gyakoroltam rá, majd csempéből vágtam egy kis darabot, ami pontosan beleillett a lemez keretbe.

Méretei /belméret/:

Fehér 30x13x20 mm

Barna: 34x10x15 mm

Elkészültek az eszközeim /1. ábra/!



1. ábra

3) Lépés: Mi legyen az alapanyag?

A papír zsebkendő nagyon drága, ha nagyobb mennyiségben állítanám elő a téglákat, ezért esett a választásom először az újságpapírra és a már használt A4-es papírlapra. Esztétikai okból az A4-es papírlap fehérsége mellett döntöttem!

4) Lépés: Miben és hogyan tudnék nagyobb mennyiségben papírt áztatni, pépesíteni a lehető legrövidebb idő alatt?

Megüresedett ásványvizes flakon vált a legideálisabbá. Az flakonba papírt és vizet töltöttem, majd a kupakkal jól lezártam és a folyamatos rázással egy állagot kaptam /egyszerű és gyors megoldás/. A4-es lapokat beletépkedtem egy műanyagüvegbe és folyamatos rázással pépes állagúra állt össze a massa. Az alapanyag elkészült, szűrés után lehet formába tölteni! A nyomóformát előkészítettem és beletöltöttem a pépet, majd ráhelyeztem a csempe darabkát és nyomást fejtettem ki rá, hogy a felesleges víz eltávozzon belőle, mert egy kis nedvességtartalmának lennie kell, hogy ne töredezzon meg a préselt felület amikor eltávolítom a keretből és szobahőmérsékleten elkezdtem szárítani.



2. ábra

Elkészültek a papírtéglák/brikettek más néven Konstruktív Préselt Papír Elem röviden KPPE /2. ábra/ a fehér téglák A4-es lapokból készültek, míg a sötétebbek újságpapírból.

A teljes folyamatot a következőkben ismertetem részletesen.

1.3.KÍSÉRLETEZÉS, KPPE HASZNÁLHATÓSÁGA

Úgy gondolom, hogy az ilyen típusú cellulóz brikett készítést, felhasználást bele lehet szőni az oktatásba tananyagába. A gyerekek saját maguk, kedvük szerint el tudnak készíteni bármilyen érdekes formákat a tanár felügyelete mellett. A legegyszerűbb alak elkészítésénél azaz a téglánál, fontos megemlíteni, ha nagy mennyiségben készülnek a téglák akkor akár valamilyen /céhes, kooperatív/ szervezettséget be tudunk mutatni a gyerekek közreműködésével.

1. Alapanyag előkészítés
 - a. Papírlapok osztályozása /színek illetve minőség szerint (tapintás)/
 - b. A szétválogatott lapok aprítása /tépés vagy olló/
2. Az előkészített papír pépesítése
 - a. Víz hozzáadása a papír darabkákhöz
 - b. Keverés, „dagasztás” /ha szükséges plusz víz hozzáadása/
3. Formák készítése
 - a. Formába töltés
 - b. Sajtolás
 - c. Új termék kiemelése a sablonból
4. Szárítás
 - a. Szobahőmérsékleten való szárítás

Az egyes pontokhoz meghatározott számú diákot lehet rendelni, majd cserélhetnek, hogy mindenki kipróbálhassa a többi munkavégzési technikát is, továbbá betekintést nyernek a jó

szervezettségben folyó munkák eredményeiről. Ez a típus csak egy variáció/lehetőség a papírtégla megismerésére a további lehetőségeket a továbbiakban tárgyalom.

A költségekről pár szóban, nem igényel speciális eszközöket, anyagokat, ezért szinte nulla költségráfordításból előállítható egy új termék!

Meg kell említenem a sok pozitívum mellett, egy fantasztikus tulajdonságát, hogy rendkívül „zöld”! Kivitelezésnél hulladék papír a fő alapanyag illetve a víz /akár esővíz is lehet/, a pép nem igényel semmilyen kötőanyagot, minden háztartásban megtalálható ez a két komponens. Továbbá saját magunk készíthetünk hulladékokból nyomóformát a környezetünkben mindez rendelkezésünkre áll, csak egy kis kreativitás szükséges hozzá.

Az oktatás szempontjából a technika tantárgy elsajátítását könnyítheti meg ez a módszer, a diákok gyakorlati készsége jelentős mértékben javul!

Kezdeményezni szeretném, hogy minél szélesebb körben ismerjék meg a papír és a víz kombinációját, egyszerű/látványos modellek építése során!

2. A PAPÍR

2.1.HOGYAN KÉSZÜL A /MAI/ PAPÍR?

Először is fontos megismernünk a papír fogalmát, mely így hangzik:

„A papír növényi rostok vizes szuszpenziójából a rostok összekuszálásával és a víz eltávolításával kialakított vékony, hajlékony lap.” (-, 2008.)

A papírlap rostjai összekuszált sejtek, mechanikailag kapcsolódnak egymáshoz. Csak a hosszú, megnyúlt sejtek alkalmasak erre a kapcsolódási formára, másodlagos kémiai kötést, azaz hidrogénkötéseket tartalmaz.

A papír cellulózból készül, a rostokat fizikai- és kémiai kötésekkel kapcsolják egymáshoz. A gyártás során olyan növényi anyagokat alkalmaznak, amelyek cellulózból és hemicellulózból állnak, ilyen a fa, de mellette megtalálható a szalma is. Fa alapanyagok lehetnek: lucfenyő, jegenyefenyő, erdeifenyő, kanadai nyár, rezgő nyár, nyírfa, fehérfűz, cser, juhar stb. Növényi rostok kinyerhetők a búzából, árpából, zabból, rizsből, cukornádból valamint a nádból.

A papírgyártás fejlődésének történetében két elkülönülő szakaszt különböztethetünk meg, kézi papírkészítés és gépi papírgyártás. A 20. században technikai és társadalmi változás átformálta a papíripar korszerűsítését. Így megindult a gyártás nagy mennyiségben és lerövidült az elkészítési folyamat. A gépek nagy hangsúlyt kaptak, két féle típust különböztethetünk meg: síkszítást és hengersizítást, az előbbivel vékony, míg az utóbbival vastag lapokat lehetett gyártani. A gyártás egy bonyolult összetett folyamat, több egymásra épülő lépések sorozata.

„Soha el nem múló dolgokat készítünk” (Kalmár, -)

2.1.1. A modern papírgyártás technológiája

A gyártási folyamat három fő részből épül fel /3. ábra/:



3. ábra

A papírlap készítés lépcsőit a következőkben ismertetem részletesen.

2.1.1.1. Alapanyag-előkészítés

Az első fázisban az alapanyagokat /fa, szalma/ elő kell készíteni a feldolgozásra, rövid, hosszú és vastag, vékony cellulózsálak kinyerése a cél, majd ezek a szálak/rostok képezik a papírgyártás nyersanyagát.

A nagyméretű fadaraboknak a kérget eltávolítják és kisebb kezelhető darabokra aprítják, majd őrlő és csiszoló gépbe kerülnek. Az apró facsiszolatot/faport beáztatják, pépesítik. Ebben az oldatban vegyszer adagolásával valamint főzéssel választják szét a rostszálakat egymástól /a vegyszerek feloldják a lignint, amely a rostszálak kötőanyaga/.

Adalékanyagok: „6-10% NaOH, 2% Na₂S, 3–4% Na₂CO₃, 2% Na₂SO₄” (Parádi, 2013.) A vegyszeres oldás követően átmossák a pépet, majd tovább őrlik/aprítják.

„Ez az őrlés már az apró rostszálak falát bontja meg, szálásítja. „ (Parádi, 2013.)

A kezelés megnöveli a rostszálak felszínét és egyben elősegíti az összetapadásukat /cellulózsálak hossza 0,05-0,3 mm/.

A második fázisban a cellulózsálakat különböző anyagokkal keverve papírpépet állítanak elő. A cellulózpéphez töltő-, adalék- és segédanyagokat kevernek, a folyamat végén elnyerik végső tulajdonságukat /pl.: tömörség, simaság/. A fizikai és kémiai tulajdonságokat adalékanyagok segítségével állítják be szabvány szerint.

Néhány példa a tulajdonságok előállítására adalékanyagok szerint:

- Szilárdság növelés, nedvszívó képesség csökkentés → Elszappanosított gyantával
- Fehérség → Klór
- Továbbiak a 2.1.1. Papír adalékanyagai fejezetben

„A cellulózpépet az adalékanyagokkal homogénre keverik. Az így kapott szuszpenziót nevezik papírpépnek. Ez a következő technológiai lépcső, a lapkészítés kiinduló anyaga.” (Parádi, 2013.)

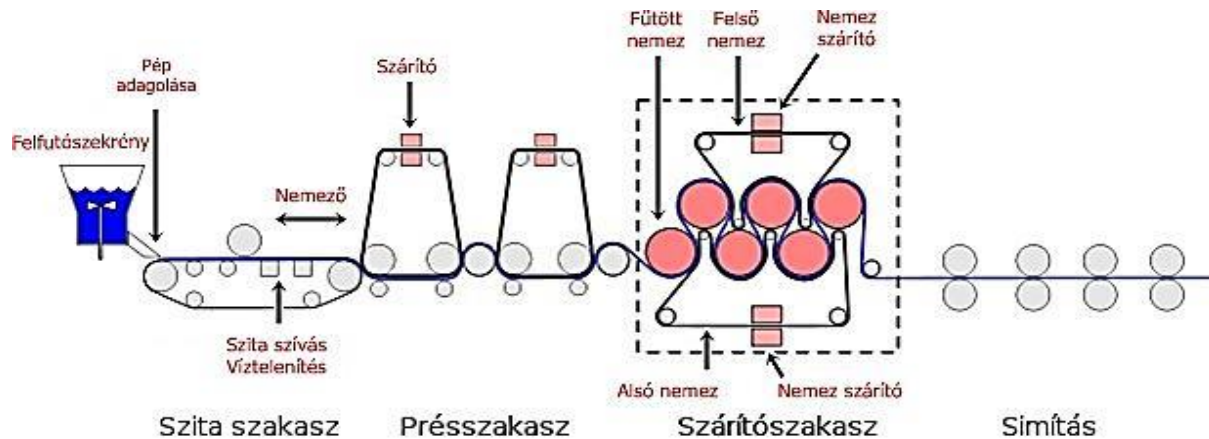
2.1.1.2. Lapkészítés papírgépen

Gépsorra viszik fel /4. ábra/a híg papírmasszát, tartályból adagolják a megfelelő mennyiségű és vastagságú pépet /szítaszövetes/ futószalagra teríti. Itt a szita-szakaszban történik meg a víztelenítés, apró lyukakon távozik a pépből így lassan egymáshoz tapadnak a cellulózsálak, tömörebbé válik és megszilárdul /”nemeződik”/, de továbbra is laza szerkezetű /víztartalom 80%/.

A laza szerkezetű már szikkadó anyag a szita szakasról egymással szemben forgó prëshengerek közé kerül, itt elnyeri a végleges vastagságot, a papír anyaga összetömörödik és közben filcek „szívják” el a vizet /víztartalom 45-50%/.

A következő hengersoron gőzzel fűtött feszítőhengerek során szárad, ez a szárítószakasz /víztartalom 4-5%/.

„A végső szárítás elé általában ”enyvezőprést” építenek be, amellyel vékony rétegben keményítőt vagy egyéb felületkezelő anyagot hordanak fel a papírra, amivel szilárdságát és egyes tulajdonságait javítják. Végül a szalagot simítás céljából acélhengerek közé vezetik (gépsimító).” (Parádi, 2013.)



4. ábra

2.1.1.3. Kiszerezés

A kész papírt föltekercselik, címkézik és a felhasználók továbbítják.

A fogyasztók más néven a fogyasztók vágják/vágatják a számukra előnyös méretre, az egyik legnagyobb felhasználó a csomagolóipar valamint a nyomdaipar.

2.1.2. Gyártástechnika röviden

- Első szakasz: cellulóz előállítása /növényi rostokat vegyszerekkel és hő segítségével kezelik/
- Második szakasz: szítálás /elkészül a papír/
- Harmadik szakasz: préselés /víztelenítés + minimális vizet tartalmaz/
- Negyedik szakasz: szárítás /gőzöléssel a maradék vizet elpárologtatják/

2.1.3. Papír adalékanyagai

Tisztítás szükséges lúgosítószer más néven mésztej, nátrium-hidroxid, szódaoldat.

A tisztítás után három fontos eljárás következik:

- *Szulfít-cellulóz-eljárás:* a faforgácsokat kén-dioxid tartalmú kalcium-biszulfít oldattal főzik, oldat kb. 4% kalcium-biszulfítot és 2% szabad kén-dioxidot tartalmaz, továbbá az oldatba kerül ecetsav, hangyasav, metil-alkohol, p-cimol is.
- *Nátroncellulóz-eljárás:* 6–10%-os nátrium-hidroxidoldat.
- *Szulfát-eljárás:* A főzéshez használt oldat a nátrium-hidroxidon kívül körülbelül 2%, nátrium-szulfidot, 3–4% szódat és 2%, nátrium-szulfátot is tartalmaz. Az eljárás legfontosabb összetevője a nátrium-szulfid. (dr. Vermes, 1940.)

Melléktermékként „merkaptánhoz hasonló összetételű gázok keletkeznek” (dr. Vermes, 1940.)!

Fehérités történhet cellulózt klórmésszel, esetleg klórgázzal (dr. Vermes, 1940.).

Enyvezésnél a fenyőgyantát nátronlúggal vagy szódával készült oldatát keverik a cellulózanyaghoz és timsóoldattal kicsapják belőle a gyantasavas alumíniumot, illetőleg a szabad gyanta és alumínium-hidroxid keverékét. Először kolloidális állapotban lévő gyanta–alumínium-hidroxid adszorpciós vegyület keletkezik és ezt adszorbeálja a rost. (dr. Vermes, 1940.)

Töltőanyagok lehetnek: „kaolin, keményítő, gipsz” (Nagy, 2011.)/arányuk a 20%-ot is elérheti/, alumínium-szilikát, talkum /magnézium-szilikát/, súlypát /bárium-szilikát/.

Alkalmazhatnak még pH-szabályozó, hidrofóbizáló, habzásgátló, gombaölő, tűzállóságot növelő szereket, baktericid, korróziógátló, sztatikus elektromosságot csökkentő és más egyéb anyagokat is. (Parádi, 2013.)

2.2.PAPÍR TULAJDONSÁGAI

Leggyakoribb csoportosítása, osztályozása:

- „- A 180 gr/m^2 tömeg alatt a terméket papírnak nevezzük
- A $180 - 400 \text{ gr/m}^2$ közötti tömegű terméket kartonnak nevezzük
- A 400 gr/m^2 feletti tömegű terméket papírlameznek nevezzük

Egy megközelítésben a felhasznált rostok szerint lehetnek:

- Fatartalmú (teljes fa)
- Félfamentes
- Famentes (teljesen cellulóz) papírok

A felhasznált töltőanyag színe szerint lehetnek:

- Fehér
- Színezett töltő” (Barta, 2008.)

Továbbiak:

Súrlódás: Nyomtatásnál a nyomtató több lapot húz be ha nagy a súrlódási együttható.

Felületsimáság: Ha túl sima, akkor a festék nem ragadna meg az egyes rostszálakon.

Hőellenállás: A festék fixálása közben a papír magas hőmérsékletnek van kitéve a készülékben. Ezért fontos, hogy a papír akkor is ugyanolyan minőségű maradjon, amikor magas hőmérsékleteknek van kitéve. (-, 2013.)

Nedvességtartalom: A magas nedvességtartalom miatt hullámos lehet, csökken a nyomtatási minőség.

Rostmerektség: A papír rugalmasságát mutatja. Összefüggésben van a nedvességtartalommal és hőmérséklettel is. (-, 2013.)

Hajlítási merevség: A kemény lapokat nehéz meghajlítani, alakítani, megmunkálni.

Felületi ellenállás: Papírlap elektromos ellenállását adja meg $5 \times 10^9 - 1 \times 10^{12}$ érték között van/.

Érdekességként meg kell említenem a rostirányt, amely könnyen és egyszerűen megállapítható. Egy lapot ha széttépünk akkor két féle szakadási irányt különíthetünk el, egyenes vagy nem egyenes, az előbbinél függőleges és az utóbbinál pedig vízszintes irányban helyezkednek el a rostsálak.

Másik technika szerint, nedvesítsük be a papírt egy kis idő elteltével szálirányban kunkorodik.

2.3.PAPÍRTÍPUSOK, ZÖLDEBB KÖRNYEZETÉRT

Összegyűjtöttem pár papírtípust amit a hétköznapi életben használunk, megdöbbenő ez a mennyiség, továbbá mennyi fát kell kivágni az elkészítésükhöz valamint számos munkaórát vesz igénybe.

❖ Leggyakrabban használt papírfajták:

Okmány-, könyvelési-, irodai-, átütő-, írógép-, hangjegypapír, stb.

❖ Nyomópapírok

Újságnymó-, regénynymó-, biblianyomó-, műnyomó¹-, magazin-, famentes ofszetpapír², stb.

❖ Csomagolópapírok

Nátron-, superior-, finom-, középfinom csomagolópapír, lignocell papír, selyempapír, stb.

❖ Műszaki papírok

Műszaki nátronpapír, csiszolópapír

❖ Különleges papírok

Bankjegy-, bélyeg-, fénymásoló nyers-, itatóspapír

❖ Kartonpapírok

Famentes cellulóz-, fotónyers-, ofszet-, mélynymó-, kézzel merített-, játékkártya karton (Parádi, 2013.)

Tudatosabb környezethasználat érdekében, a már felhasznált papírlapokat a legegyszerűbb a kukába hajítani, ezzel a döntéssel újabb fa életet oltunk ki valamint tovább növeljük a globális felmelegedés kockázatát. A környezettudatosság érdekében hasznosítjuk újra, a papírtömeg jelentős részét ezzel csökkenthetjük az emberi tevékenység környezetre gyakorolt hatását!

¹ Magas minőségű, /fényes felszínű/ igényes megjelenést kölcsönöz a dokumentumoknak

² Matt felszínű ún. szívó papír, ezért nem dominálnak a színes ábrák a dokumentumokban

Igaz ez csak „egy csepp a tengerben”, de ha összefogunk, akkor közös erővel megállíthatjuk/stabilizálhatjuk az antropogén tevékenységből származó szennyezésünket!

Elgondolkodtató ez a tény, hogy egy kis összefogással nagymértékű változást érhetünk el! Csak annyit kell tennünk, hogy az elhasználódott papírlapot/papírlapokat gondosan összegyűjtjük, feldolgozzuk és remek modellező alapanyagot kapunk, amiből konstrukciós építőkészlet állítható elő. Ezzel a lépéssel a környezettudatos gondolkodásmód alapjait sajátíthatjuk el! Továbbá rengeteg energiát spórolhatunk meg!

Gondoljunk csak bele, hogy egy tonna tömegű papír előállításához mennyi értékes energiát használ fel a gyártósor a végeredmény eléréséhez. A befektetett energia megőrzése érdekében, kollektív összefogással elképesztő léptékű teljesítményre, energia megtakarításra tehetünk szert!

3. ÉLETVITEL ÉS GYAKORLAT MŰVELTSÉG TERÜLETEI

3.1.PAPÍRTÉGLÁK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A TECHNIKA TANTÁRGY KERETÉBEN

A következő pontokban foglaltam össze a papírmodellezés lehetőséget, előtte tanulmányoztam az elsőől a nyolcadik osztályig a tananyagot valamint a követelményeket. Szem előtt tartva a költséghatékonyságot és az illusztratívságot, vagyis a kiadásokat jelentős mértékben lehet csökkenteni és egyben a nebulók könnyebben elsajátíthatják az órai anyagot.

3.1.1. Elsőtől a negyedik osztályig

3.1.1.1.Első technika könyvem

A következő fejezetekben térek ki az építőelemek lehetséges alkalmazására, melyek összhangban vannak a tankönyvek témaköreivel.

Az első témakörben a képlékeny anyagok szögletes formák alakításával ismerkednek meg a diákok a 10. oldalon (Márton, 2003.). Építkezés alapjai kerülnek előtérbe. Milyen testekből, formákból építhetsz házat? Elsődleges cél a cellulóz brikettet, mint építési anyag lehetőségeinek a megismerése /pozitív és negatív tulajdonságok!/ Játékos feladatok keretében kontaktusba kerülnek a papírmasszával, valamint számolhatnak is vele a vágás, számolás részben (Márton, 2003.). Egy feladat keretében számoljunk papíron és papírral! Mindenki készítsen, fessen le egy dobókockát, aminek az anyaga préselt papír. A másik lehetőség kis tallérokat, golyókat fessünk le illetve, de akár a gyerekek maguk is elkészíthetik ezeket az egyszerű formákat! Számolási készséget javíthatjuk játékosan!

A házunk, lakásunk bútorainak a szemléltetése következik ilyen az én szobám (Márton, 2003.) fejezetben. Egy A4-es lapon helyezze el az előre elkészített papír bútorokat /előre lefestett: „tárgyak” asztal, szék lámpa ágy szekrény, így szemléltethetővé válnak a különböző konyhai és egyéb „bútorok”/ Ha már nagyvonalakban megismertük a lakásunkat, akkor fókuszálhatunk egy egység részletesebb megismerésére ilyen például a pad. Számos kivitelben készült, de induljunk az alapoktól, készítsünk padokat (Márton, 2003.). A padok elemei előre legyártottak legyenek különböző formában. Így lerövidül a készítés folyamata csak a ragasztással, festéssel illetve díszítéssel kell foglalkozniuk. A legegyszerűbb kivitel két alátámasztásból és egy hosszú áthidaló elemből áll! /A terem lehet cipősdoboz vagy egyéb, de megoldható nagyméretű préselt papírelemből is./ Szükséges eszközök: KPPE³, ragasztó, festék, ecset.

³ Konstruktív Préselt Papír Elem

Pad készítésnél megismerkedtünk néhány alap formával, az ismeretünk fejlesztése érdekében az építőelemek témakörben rengeteg izgalmas elemet/formát láthatunk a tankönyv 30. oldalán (Márton, 2003.). Ismerkedjete meg az építődoboz építőelemeivel /60. ábra/! Építsetek előbb sablon, majd a saját elképzeléseitek alapján! A doboz tartalma: oszlopcsalád, téglacsalád, henger, tetőcsalád.

Érdekes testekből különféle eszközöket alkothatunk meg, de itt is az alapoknál kezdjük! Építsünk ábra alapján szánkót (Márton, 2003.) a tankönyvben szánkó építésről van szó, de építhetnek a gyerekek széket/sámlit, mert a papír nem vízálló. Itt már előtérbe kerül a pontos, precíz munkavégzés! A székeknek általában 4 lába van, melyek pontosan illeszkednek az ülőkéhez. A lábaknak összhangban kell lennie, tehát nem lehet az egyik lába hosszabb vagy rövidebb, mint a többi, így használhatatlanná válik, elveszíti a funkcióját!

3.1.1.2.Második osztály

A második osztályban már ismerik a gyerekek az alap kiindulópontot a modellezés irányába valamint újrahasznosított papír testeket kezükbe foghatták. A papír hulladék felhasználási lehetőségét láhattuk az első osztályban, majd az újrahasznosítás folyamatát ismertethetjük meg a következőkben az anyagok és megmunkálásukkal (Fuszikné & Matusekné, 2004.). Egy feladat keretében rálátásunk nyílik a "hulladékból" való építkezésre, valamint hogyan újul meg a papír, mely az alábbi témakörben kösd össze a képet a fogalommal /nyersanyag, alapanyag, termék/ (Fuszikné & Matusekné, 2004.). Ha az agyag beszerzése nem oldható meg akkor a valami hasonló típusú anyagot kell keresnünk, amely víz hatására képlékennyé válik valamint a megformálás után a víz /nedvesség/ elpárolgásával megszilárdul. A megoldás a pépesített, tömörített és szárított papír tömb, ha a száraz tömböt benedvesítjük, akkor formálható állagú, de ha a nedvességtartalmat kivonjuk /száradás/ akkor megszilárdul.

Az agyag mellett megismertethetjük a tanulókkal a KPPE készítést. Egy minimális alapot fektethetünk le, amiben a papír tulajdonságait tesztekkel játékosan alátámaszthatjuk a feltevésünket /pl.: súrlódás próba → két füzetet laponként egymásba „fonunk” → a két füzet széthúzásával szemléltethetjük a lapok felületi egyenetlenségét/.

Modellezés alapjai a papír megismerése után valamint feladatok feladása:

Pl.: Kösd össze a képet a fogalommal!

Modellezés: Nyersanyag, Alapanyag, Technológia, Modell

A papírhulladék feldolgozása már részben ismert, így a papír masszából bármilyen formákat hozhatunk létre a képlékeny anyagokból a tankönyv 5. oldalán (Fuszikné & Matusekné, 2004.).

Formázz papírpépből! Próbáld ki!

- ❖ Hogyan formázhatod?
- ❖ Hogyan tapad?
- ❖ Mi történik, ha túlságosan kinyomod/kipréseled a vizet az anyagból?

„Ügyelj arra, hogy a nedves, képlékeny anyag nagy teherbírást nem bír!” (Fuszikné & Matusekné, 2004.)

Fontosnak tartom, hogy a papírt a funkciójához mérten, gazdaságosan használjuk! A papírmunkák témakör betekintést enged a papírkészítés kezdeteibe. Elméleti síkon végigkövethetik a hulladék útját, hogy miként válik értékes modell alapanyaggá! A papírmunkák óra betekintést enged a papír felhasználására. „A papír a papírgyárban készül, fából, rongyból, vagy szalmából, amelyhez töltőanyagot és ragasztót kevernek. Az így elkészült vékony, hajlékony lap írásra, nyomtatásra, csomagolásra használhatóvá válik, legelőször Kínában állították elő több ezer évvel ezelőtt. Az ötlet a darazsak megfigyelése adta. látták, hogy a rovarok a szétrágott anyagból fészket építenek.” (Fuszikné & Matusekné, 2004.). A papír előbb utóbb elhasználódik az idők folyamán és így hulladékká válik. A már felhasznált papírt újra lehet hasznosítani, több típusa ismert, de a legtöbb típusból kiemelném a legszórakoztatóbbat és egyben készségfejlesztő is tud lenni a papírmmodell készítést. Alapjai: papírt pépes állagú masszát kell belőle előállítani, majd különböző formákat lehet belőle előállítani. Az elkészült formákat szisztematikusan elhelyezzük, akkor megépíthetjük a saját modellünket.

Egy alternatív megoldást szeretnék javasolni arra, hogy az alapanyag hiány miatt ne szakadjon meg a technikai nevelés. A különféle tárgyak elkészítéséhez elengedhetetlen az eszközhasználat a tankönyv a 19. oldalon találkozhatunk egy úgynevezett „Tárgyalkotás a fa tulajdonságai alapján” című fejezettel (Fuszikné & Matusekné, 2004.), itt kipróbálhatják, kezükbe foghatják a barkácsolás eszközeit pl.: kalapács, csavarhúzó, fűrész stb.

Egyes iskoláknak nehéz a megfelelő méretű és mennyiségű faanyagot előállítani/beszerezni ennek hiányát pótolva a tárgyakat alkothatunk KPPE-ből, így lehetőség nyílik a barkácsolásra/alkotásra (De szem előtt kell tartani, hogy, a konstrukciós préselt papír papírelemek tulajdonságai nem egyeznek meg a fáéval!)

Előre legyártott elemekből készíthetünk [sablon alapján/ házat /nagyméretű brikett lapokból]! A panelszerű építkezés röviden csak össze kell rögzíteni és kész! Szükséges elemek:4db lap melyből készülhet az épület külső fala/falai/azaz a homlokzat/, a padló és a földém 1-1db lapelemből megvalósítható, a tető elkészítéséhez 2db tetőelem és 2 db sarokelem szükséges a teljes ”építkezés” befejezése után a megfelelő színűre festhetjük a modellünket.

A hajlékok és formák építésénél már több tapasztalattal rendelkezhetünk, miután a tárgyalás témakörben elsajátítottuk az eszközök alapfogásait. A modellek típusait megismerhetjük a következő tankönyvi fejezetben „Hajlékformák 31.o.” (Fuszikné & Matusekné, 2004.) a következő oldalon láthatóvá válnak a kivitelezési munkák a hajlékok építése során (Fuszikné & Matusekné, 2004.). Az építés technikája változhat/változik az egyes modellek készítésénél pl.: Készítsünk jurtát egy tölcsér negatívjából, iglut /46. ábra/ egy labdából /vágjunk ketté/, melynek a belsejéből félgömb alakú testet hozhatunk létre. Két oldallal később széles körben bemutatkoznak az építőelemek fajtái préselt papír építőelemformájában építőelemekkel végezhetünk gyakorlatokat a tankönyv 33. oldalán (Fuszikné & Matusekné, 2004.). Lehetséges feladat: Csoportosítsd a padodon az KPPE/építőkocka elemeit, elemcsaládonként valamint nevezd meg őket /henger, tégl, kúp/! Majd újabb két oldallal később a lakások belső terét lemodellezhetjük a lakberendezésnél (Fuszikné & Matusekné, 2004.), alapanyagként felhasználhatjuk a papírelemeket. Építsél, modellezzél pl.: szoba, nappali, konyha! Különböző méretű és alakú briketteket ragaszthatsz egymáshoz, melyet festhetsz, színezhetsz.

A három évvel frissebb kiadásban már megismerkedhetünk, a képlékeny anyagok tulajdonságaival valamint milyen formák készülhetnek belőle a képlékeny anyagok fejezetben (Fuszikné & Matusekné, 2004.). Képlékeny anyagként viselkedik a nedves papírpép is, így formázhatnak a gyerekek kedvük szerint mindaddig, míg a pép el nem veszíti a víztartalmát.

A papírtéglából és gipszből való tárgyalásnál hasonlóságot fedezhetünk fel! A hasonlóságról pár szóban: folyékony anyagot formába töltjük, majd megvárjuk míg kiszárad, elveszíti nedvességtartalmát és így megszilárdul, továbbá felveszi a forma alakját. A gipsz megismerése mellett párhuzamosan megismerkedhetünk a „brikett” készíttéssel a gipsz részben (Fuszikné & Matusekné, 2004.). A gipsz beszerzési költsége magas, míg a papíré közelít a nullához, ha nem oldható meg a gipsszel való formázás, akkor készítsük érdekes formákat papírpépből! Megalkothatjuk az első modellünket papírból, a következő felsorolás lépéseit követve:

Mi szükséges a modellkészítéshez?

1. tépd apróra a papírt
2. áztasd vízbe, majd jól keverd össze
3. papírpépet töltsd játékformába
4. nyomjad ki a felesleges vizet
5. vegyed ki a formából
6. száradás után színezhetsz, díszíthetsz

Kész termékek, kisebb nagyobb golyó, labda, kocka, téglák, lapok stb.

Papír massa alapanyaga /hulladék/ papír és víz /ragasztót a kézi erő helyettesíti, tehát nem igényel összegráfördítést/.

3.1.1.3.Harmadik osztály

A korábbi fejezetekben egyszerűbb testeket/bútorokat lehetett készíteni, de már részletesebben szemléltethetjük brikettekkel a tárgyainkat /vagy kiegészíthetjük a korábban megformáltakat/. A tárgyak otthonunkban (Hegedüsne & Szabó, 1997.) témakör előre elkészített papírmoddellen keresztül lehetne szemléltetni a fontosabb tárgyakat/eszközöket, a modellt kiegészítőket akár a felsős osztályok is elkészíthetik /feladatként/. Itt ábrázolni lehet: TV, bútorok, képek, térelválasztó, konyhatechnika /hűtő, mikro, sütő/.

A rajz terén új megoldásokat nyit a cellulóz alapú brikett. Egyszerű formákat megrajzol előre a tanár /axonometrikusan vagy vetületben/, majd a diák megépítheti őket a következő fejezetben Honnan nézzük? Mit látunk? (Hegedüsne & Szabó, 1997.) fejezetben, de akár fordítva is megvalósítható /38-41. ábra/. A tanóra keretében könnyen és egyszerű gyakorolhatjuk a térlátásunkat!

A térlátásunkat kamatoztathatjuk a építészet terén, itt több forma és elem található ezeket ha leszeretnénk rajzolni, skiccelni, akkor jól jön a már elsajátított tananyag. A modellezés során mindig ajánlott egy vázlatrajz alapján dolgozni így amikor elkészül a brikett modellt akkor esztétikus és arányos lesz. Az építés előtt fontos leellenőrizni a beépítendő egységeket, hogy a megfelelő méretűek legyenek. A következő részben lehetőség adódik a brikett elemek alkalmazására parasztházak modellezése (Bubcsóné, -) során.

Lehetséges feladat: Tanulmányozzátok a parasztházakat felépítését és próbáljátok meg egy háromszatú lakóházat megépíteni előre elkészített panelekből! Munka folyamatok: lapokon csak ajtót ablakot kell vágnotok /nem gond ha nem lesz egyenes a vágási vonal/.

Az építési alapanyagokhoz új anyagként bejön a vályog, ezzel csak egy probléma van, hogy nem biztosított a modellezés. A megoldás a papírmassa, mint képlékeny anyag, melyből formázhatunk tárgyakat /de a vályog tulajdonságait ne hanyagoljuk el/. Ezen fejezetben a vályogfal (Bubcsóné, -) a vályogtégla készítés módszere, eljárása megegyezik a papírelemmel, tehát helyettesíteni lehet a vályogot, így a gyerekek betekintést nyernek az építkezésbe!

Egyszerű feladat kertében a modellezzünk:

Készítsenek téglákat /kb. 10x20x10 mm vagy hasonló méretűt ami még esztétikus/!

Készítsetek egy házhoz egy-egy kb.1 cm vastagságú préselt papírlapot, melyre rajzoljátok fel a készítendő ház alaprajzát és rögtön kezdődhet az építkezés, a téglákat kötésekben

helyezzétek el /tapétaragasztóval, ha tartós modellt készítenétek/. Ablakok ajtók áthidalásához szemöldökfát kell tenni, ez adja merevséget ezeken a pontokon.

3.1.1.4. Negyedik osztály

A modellezés megkezdéséhez fontos a rajzok értelmezése tanulmányozása, melyből majd a teljes felépítmény elkészül. A látszatrajzból papír építőelemek felhasználásával készíthetünk különféle építményeket a következő tananyag keretében „Készítsd el a látszatrajzból az építményt, majd rajzold le a hiányzó nézetét! Nevezd meg!” (Mesterházy & Ujhelyiné, 2003). Szögletes papír préselményből testeket ragassz össze és rajzold meg a nézeteit! Rendkívül jól lehet feldolgozni az óra anyagát.

A papír anyagrészben nagyobb teret kapnak a papír modellek építése A papír: Népi építészet (Mesterházy & Ujhelyiné, 2003). Az első ilyen egység a népi építészet /48-50. ábra/, egyszerű formákra kell gondolni például: Jurta, hegyvidéki ház, pásztorépítmények., ezek könnyedén megépíthetők lemodellezhetők. A második pontban a falazás lesz a főszerep a „Falazás” (Mesterházy & Ujhelyiné, 2003) tananyagban, az egyik fő modellezhető elem a kötéseken alapuló lakóhely építése. Itt már a tanulók maguk készíthetik el az építőelemeket!

3.1.2. Összegzés /1-4-ig/

Brikett elemek alkalmazása a gyerekeknél. Fontos hogy az előre legyártott elemeket 1-3 osztályig alkalmazzák, mert még nehéz csoportmunkát kialakítani velük valamint a bonyolult feladatokkal nehezen birkóznak meg. Később már 4. osztályban belekóstolhatnak a diákok a brikettek „gyártásába”!

Felhasználási lehetőség elsősorban az építőelemek megismertetésére alkalmas és a műszaki ábrázolás területén, az elemek nézeti ábrázolásánál könnyen lehet illusztrálni, hogy mit lát vagy mit nem lát!

3.1.3. Ötödiktől a nyolcadik osztályig

Ebben a fejezetben már magasabb szintre emelhetjük a papírbrikettezés módszerét. Az alapanyag előkészítéssel már kevésbé kell foglalkozni, mert már az elsőtől a negyedik osztályig a tanulók megismerkedtek, így több idő áll rendelkezésre a nagyobb volumenű projektek elkészítéséhez.

3.1.3.1. Ötödik osztály

Lakóépületek, lakószerkezetek modellezése már nagyobb hangsúlyt kap. Megismerkedhetnek a fiatal modellezők különféle fa fém, kő stb. anyagokkal, de az épületek, szerkezetek megépítése nem lehetséges /minimális pénzráfordításból/, erre a célra ideális a préselt papír építőelem!

Főbb elemek, amit a modellezhetünk: alapzat, falszerkezet /kötések, áthidalók, ablak, ajtó/, földémszerkezet/56-58. ábra/, tető típusok /sátor-, nyerges-, félnyerges-, konty- fűrészfog-, kúp-, gömbkupola tető/.

Az alábbi témakörök keretében ismerkedhetnek meg az elméleti anyaggal, valamint az órák keretében modellezhetnek a megszerzett tudásuk alapján!

Tankönyvek és fejezetei: A lakásépítéset, lakószervezetek építése a következő órák keretében felhasználhatják a préselt papír építőelemek számos formáját az egyszerűtől „Hagyományos építőanyagok a lakásépítésben” (Pitrik, 2003) egészen a bonyolultakig /44; 45. ábra/ „Lakószervezetek modellezése I,II.” (Pitrik, 2003). Az említett részeken a kézügyességi készség fejleszthető. Egy másik tankönyvben is megtalálhatóak a modellezésre alkalmas órák, itt is az egyszerűtől haladhatunk az összetettebb formák /38-41. ábra/, építmények felé. A legegyszerűbb és a legrögzélytalanabb lakóhelyek a kőkorszaki „lakások”/hajlékok, modellezzünk kőkorszaki lakóhelyet (Fülöp, et al., 2003) ezeket maketteknek nevezhetjük. A makettek lényegesen egyszerűbbek, általunk kitalált építményeket építhetünk meg, készítsünk makettet; a makett az építmények modellje (Fülöp, et al., 2003). Az építkezés összehasonlítását az építés egykor és ma (Fülöp, et al., 2003) témakörben találjuk meg. A papír építőelem készítése hasonlít a vályogházhoz így lehetőség nyílik a papír alapú „vályogház” elkészítéséhez a „Vályogház Hogyan épül ma egy lakás?” (Fülöp, et al., 2003) tananyagban. További tudást szerezhetünk meg a „A lakóhelyek fajtái” (Fülöp, et al., 2003) részben. A préselt elemekből akár egy egész kis faluközösség /46-50. ábra/ is megvalósítható „Faluközösség” (Fuszikné & Matusekné, 2004.) tanóra keretében.

A sok építmény megalkotása után a műszaki rajz szabályai betartása mellett lerajzolhatjuk a modellünket. Melyek jó alapul szolgálnak a műszaki kommunikáció (Pitrik, 2003) részben /másiktankönyvben lehetséges témakörök:Képi ábrázolás; A műszaki rajz 38.o./. Itt az építményekről vonalzóval vagy egyéb mérőeszköz /tolómérő/ segítségével vehetik le a pontos méreteket.

Az elkészítendő modellekről /pl.: lakóház/ mindig kell valamilyen skiccet, de akár méretarányos kicsinyítést/nagyítást tervezni, rajzolni! Az építészetben a mérnökök először megtervezik a felépítendő épület komplett tervét /több nézetben/, a terveket kiviteli terveknek nevezzük. Majd ez után kezdődhet meg a nagyszabású építkezés/modellezés!

3.1.3.2. Hatodik osztály

Milyen is az otthonunk, hogyan modellezhetjük?

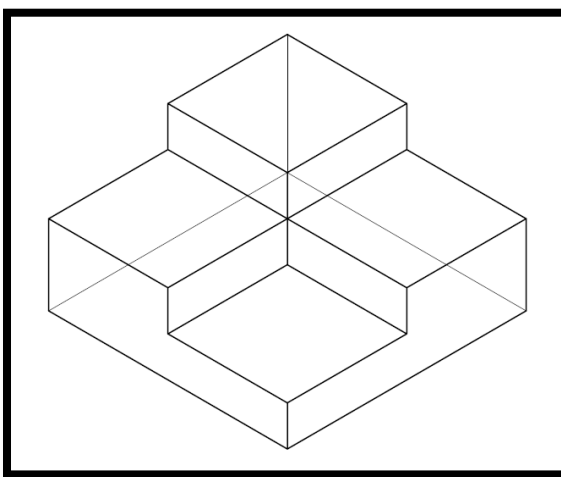
A kérdésre a válasz rendkívül egyszerűen préselt papírelemmel. Lehetőséget kínál, hogy 3 dimenzióban látványosan mutassák be a gyerekek otthonaik bútorait, valamint a fontosabb részeit.

Példaként elkészítettem egy konyha makettjét brikettekből, melyet lefestettem fehér színre, ezeket a papír testeket már könnyű ízlés szerint színezni. A fehér felületre bármilyen típusú ceruzával, festékkel, de még akár zsírkrétával is lehet rá rajzolni. A diákok ábrázolhatják még akár az álmaik konyháját valamint az életterük számos bútorait „Otthonunk; Lakberendezés” (Mosoni & Dr. Vas, 2003.) tanórákon, továbbá le is rajzolhatják /5;6. ábra/, „Képi ábrázolás” (Mosoni & Dr. Vas, 2003.) részben, majd a 94. oldalon axonometrikusan is axonometrikus ábrázolás (Fülöp, et al., 2003).

Hatodik osztályban már az axonometrikus ábrázolás témakörben egyszerű és bonyolultabb testek ábrázolása /33;34. ábra/ a fő cél. Az otthonunk fejezetben számos tárgya, bútorral találkoztunk és helyeztünk el, melyeket /de akár saját magunk generálhatunk, alkothatunk érdekes formákat/ axonometrikusan ábrázolhatunk, a műszaki ábrázolás szabályait szem előtt tartva.



5. ábra



6. ábra

Példaként az egyik legegyszerűbb összeállítást látható a valós képen, melyet nyolc brikett alkotja. Feladat: ábrázoljuk X;Y;Z koordinátarendszerben és rajzoljuk /35-37. ábra/ meg három nézetben /elől, bal, felül/! A megoldás mellette látható, valamint a mellékletben. Mindig az egyszerű testek ábrázolásától haladjunk az összetettebb felé, de ha valaki nem látja a formákat, akkor egyszerűen szemléltethető a kívánt szögből!

3.1.3.3.Hetedik osztály

A brikettezés már mondhatjuk, hogy eléri az egyben utolsó szintet amikor nem csak az alapanyaggyártás a fő cél, hanem a belőlük épített épületegyüttesek, jelen esetben hidak tartószerkezetek tesztelését végezhetjük el. A tesztek lebonyolítása után az eredményekből megállapíthatjuk, hogy milyen az anyagminősége valamint visszatérhetünk az alapanyaggyártás továbbfejlesztésére /új megoldásokat, kombinációkat hozhatunk létre/.

A műszaki ábrázolás terén, pedig néhány darab papír téglát egymáshoz ragasztunk vagy egymás mellé helyezünk így érdekes formákat kapunk. Jó modellként szolgál a háromnézetű ábrázolásnál a műszaki ábrázolás 24 - 30.o.-ig terjed (Mosoni, 2003)! A cellulóz elemekből alkothatunk házakat /42;43. ábra/, tetőszerkezettel együtt valamint csonkolt hasábokat is. Rajz alapján építsünk híd szerkezetet „Készítsünk híd modellt” (Mosoni, 2003)! Híd vagy más tartószerkezeteknél fontos megismernünk, hogy /melyik anyag a legideálisabb?/ mindig az igénybevételhez tervezzünk! Az anyagvizsgálat (Mosoni, 2003) témakör lehetőséget biztosít az anyagvizsgálatok lebonyolításához, például: alapanyagok tesztelése: húzóterhelés, hajlító terhelés, nyomóterhelés, nyíró. Az elsajátított tudás birtokában az alátámasztások anyagát megtudjuk határozni. A hidak fajtáinak többségét lemodellezhetjük a cellulóz alapú építőelemekkel a hidak fajtái (Mosoni, 2003) fejezetben. Függesztett híd kapcsán előtérbe kerülnek a kábelek melyek a híd testet tartják. Az egyik legfontosabb egység a kábeltartó szerkezetek megtervezése /milyen anyag a megfelelő?/, ennek tesztelésére függesztett súly megtartása legyen a feladat!

Teszt: Egy papír kockába csavarjunk facsavart, amire rögzítsünk zsineg, a másik végére pedig fix tömeget erősítsünk ha szükséges akkor növelhetjük a terhet. A kockánál fogva emeljük fel és figyeljük meg a változásokat! A brikettek különbözhetnek anyagukban, a papírpéphez adhatunk pl.: tapétaragasztót, vízüveget, gipszet, cementet, stb.

Vizsgálat: Az anyag szerkezeti teherbírását szemléltethetjük, függesztett teherrel /húzószilárdság/.

3.1.3.4.Nyolcadik osztály

Ebben az osztályban már a tesztelésé lesz a főszerep, mivel már a tanulók a korábbi tanulmányaik során megismerkedtek a modellezés főbb lépéseivel így építhetnek a megszerzett tudásukra. Az egyik szempont a tartósság, vagyis milyen hatásoknak tesszük ki az anyagot jelen esetben a préselt cellulóz elemet, amiből a modell épül! Az építészetben számos kutatás folyt/folyik az anyagismeret terén, olyan adalékanyagokat fejlesztettek ki a mérnökök, amelyekkel stabil lakóövezeteket, építményeket lehet megalkotni. Az egyik ilyen példa a beton, tulajdonságai közé sorolható a masszív-sága valamint a törekenysége, de ha

hozzáadunk megfelelő mennyiségű és szisztematikusan elrendez acél kábel vagy vasat, akkor már rugalmassá válik, ami alkalmas a hídszerkezetek építésére.

A papír "tégla" alkalmazhatósága végett lehetőség nyílik az igénybevételek tesztelésére /1. táblázat/például: húzó-, hajlító-, nyomóterhelés és egyéb tulajdonságok, melyeket a következő táblázat foglalja össze! Tulajdonságok, kombinációk, ismertanyagok lehetséges funkciók:

Tulajdonságok	*Papírmassza adalékanyagai	Módszer	Lehetséges funkció	Megjegyzés
Morzsálékosság	Gipsz, Mészhidrát	Préselés	Tartókonzol	Száras környezet
	Tapétaragasztó, Vízüveg	Öntés		
Tűzállóság	Vízüveg	Préselés	Hőállóság	Csökken a gyúlékonysága
Téherbírás	Drót, acél, vas anyag + Cement	Préselés/Öntés	Áthidaló	Lakkal bevonva vízállóvá tehető
Sűrűség	Szappan + levegő	Öntés	Szigetelőanyag	
	Cement	Öntés vagy Préselés	Tartókonzol	
Hidrotechnika	Alap brikett /száras/ + Lakk	Bevonás	Vízállóság	Az alap brikett jó nedvszívó tulajdonsággal bír
Hang	-	Formapréselés	Hangszigetelő	Kombinálható különböző anyagokkal
Hőmérséklet	Szappan + levegő	Öntés	Hőátadás gátló	Vízüveggel kombinálva, gyúlékonyságát csökkenthetjük

1. táblázat

*Papírmassza = papírlap + víz

A táblázatban feltüntetett tulajdonságok alapanyag hozzáadási arányával növelhetőek illetve csökkenthetőek. Az ideális keverési arányt mindig az adott funkcióhoz kell igazítani!

A tesztek lebonyolítása után már birtokában állunk az anyagok tulajdonságával, így elkészíthetjük a célnak megfelelő modellt /falut, épületeket, hidakat, tartószerkezeteket, konzolokat, stb./

Ugyan ez a tankönyv foglalkozik a következőkkel: A fentiekben foglaltak alapján már könnyű dolgunk van a modernépítészet anyagai (Mosoni, 2004) tananyag elsajátításával. Az egyik lényeges elem a vasbeton, melyet létrehozhatunk papírból is. Igaz nem vízálló kivitelben, de kipróbálhatjuk a cement és vas/drót hozzáadásával, hogy milyen tulajdonsága változik a papír "téglának". Számos példát hozhatunk a modern építészetből melyet megismerhetünk közelebbről. Továbbá kontrasztot figyelhetünk meg a következő fejezetben a modern és a népi építészet között „A magyar népi építészet jellegzetességei 24.o.” (Mosoni, 2004) valamint négy oldallal később bejönnek a boltívek a falazásnál, mindezeket lemodellezhetjük a KPPE-ből, így láthatóvá válnak a lényeges újítások/eltérések a családi ház, társasház, lakótelep, felhőkarcoló (Mosoni, 2004) anyagrészben.

3.1.4. Összegzés /5-8-ig/

Az ötödik osztálytól már precízebben alakíthatnak/alakíthatunk ki kollektív csoportokat a tevékenységekhez. Csoportok kialakításánál ügyelni kell arra, hogy egy csoportba ne csak jó képességű gyerekek kerüljenek, hanem vegyesen.

A brikett készítésénél valamint a modell építésénél, fontos a jól szervezett, munkamegosztás és a fegyelem. A préselt papír elemek felhasználása már jóval komolyabb állomáshoz érkezett az 5-8. osztályosok körében. Itt már az építkezésben nagyobb részletességgel ismerhetik meg a papír korlátait, akár teszteléssel például egy áthidaló szerkezet, amit folyamatosan nedvesítünk, mennyi ideig képes elbírní fix tömegű testet vagy száraz állapotában növeljük a terhelést. Hídepítésnél rendkívül fontos, hogy ismerjük meg a testek teherbírását szemléltethetjük teherbírás teszt keretében /csak egy mérlegre van szükségünk/!

A másik modellezéshez kapcsolódó témakör a műszaki ábrázolás, ebben a részben teret kap a korábban elkészített alkotások nézeti/axonometrikus ábrázolása. A diákok előtt három dimenzióban lévő objektumokat könnyebben letudják rajzolni azokat az elemeket amit látnak és nem látnak.

Nyolcadik osztályban már nincsen kimondott modellezés, így szakkörök keretében megvalósítható!

Feladat: Tervezzetek meg egy leegyszerűsített épületet /parasztházat vagy modern építésű házat, készüljön egy-egy szoba, előszoba, konyha, kamra/!

Rajzolójátok le a komplett műszaki rajzát három nézetben és axonometrikusan /talapzat, falazat, nyílászárók, tetőszerkezet, stb./!

Kikötés: A modell alapterülete ne haladja meg az A4-es lap területét, magassága pedig a 20 centimétert!

Osztályonként 2 vagy 3 modell készüljön, ez a szám függ az osztály létszámától!

Ezzel a feladattal a megszerzett tudásukra alapozva létrehozzák az egyedi modelljüket, közben gyakorolják a csoportos munka lényegét, egymás között képességeiknek megfelelően osszák fel a feladatokat /rajzolás, építés, stb./

A még különálló elemeken a csoport tagjai közösen, összhangba tudnak dolgozni /Külső falazat festése 1-2 fő, Belső térelválasztók 1-2 fő, Tetőszerkezet 1-2 fő/.

A kész modell elkészülte után mutassák be az építés folyamatát!

3.1.5. Módszertan

1-4 és 4-7-ig spirálisan történik az ismeretanyag megszerzése/elsajátítása.

1-4-ig a papírtégla készítés alapjait valamint az egyszerűbb formák elkészítése lehetséges, a munkamoráltól függően. Az első és a második osztályosok számára készítsenek a harmadik és

negyedik osztályosok különböző formájú testeket, ezzel a módszerrel gördülékenyebbé válik a tanórák mechanizmusa.

4-7-ig a spiralitást szem előtt tartva /hulladékból miként lesz modell/ a már megszerzett alapismeretekre építünk, akkor már nem kell részletesen kitérni az alapokra /ha szükséges akkor megemlítés szintjén/, tehát az alapanyag /papírpép/ készítésével rövidebb ideig foglalkozzanak a gyerekek így több idő jut az összetettebb modellek elkészítésre és a tesztelésre.

3.2.TANÍTÁS, OKTATÁS

3.2.1. Milyen ismeretanyagot hordoz a modellezés?

Célközönség: 1-8 évfolyam számára összesítésben

Az 1-4 osztályban játékos tevékenységekkel nyert tapasztalatot 5-8 osztályban emeltebb szinten kell bemutatni, így a képességeik folyamatosan fejlődő tendenciát mutatnak. Az alkotóképesség fejlesztése nagy hangsúlyt kap, a modellezés során több folyamat összekapcsolódik egymással. Csoportok kialakítására is van lehetőség /2-3 fős/, továbbá a kölcsönös odafigyelés vagy a vezető szerep is kipróbálható/megtapasztalható. A tanítás folyamán tudatos szervezéssel lehetőség nyílik, hogy a tanulók felfedezzék a belső értékeiket valamint felmérjék a képességeiket /mire képes?/ és a következőkben ehhez mérten válasszunk meg a foglalkozás módját. A tanóra keretében pótolhatjuk a hiányosságokat, gyakorolhatjuk a technikai fogásokat /2. táblázat/.

A tanulók betekintést nyernek a szervezett és a gondosan előkészített munkafolyamatokba mindemellett anyagismereti, tapasztalati tudás birtokosai lesznek.

Milyen tantárgyakat foglalhat magába?

Rajz és vizuális kultúra: felületek díszítése, festése, kezelése, burkolása, megmunkálása, műszaki rajz alapjai /épületeknél/, rajzeszközök szakszerű alkalmazása

Matematika: mérés, méretarány, geometriai szerkesztések, geometriai transzformációk, testek tulajdonságai

Fizika: anyagok fizikai tulajdonságai, mechanikai kölcsönhatások /hídépítés, áthidalók/, anyagszerkezet

Erkölcstan: kollektív munka, /konfliktus helyzetek minimalizálása/

Ismeretek	Tárgykészítés, modellezés
Technikai tudás, fogások	⇒ Alapanyagok megismerése, vizsgálata és tulajdonságok megfogalmazása. ⇒ A feladat megoldásához szükséges kiegészítő információk megszerzése valamint elsajátítása. ⇒ Tárgyak elkészítése segítséggel, előre legyártott minta/sablon alapján. ⇒ Eszközhasználat: szerszámok biztonságos alkalmazása, tapasztalatszerzés.
Nevelés és készségfejlesztés	❖ Az anyagok tulajdonságai /alapanyag, kész termék/ és felhasználhatóságuk megértése. ❖ Tapasztalatszerzés egyszerű tárgyak és modellek készítéséhez a felhasznált anyagokról, eszközökről, technológiákról, tapasztalatok megfogalmazása, rögzítése. ❖ Szervezettség/tervezés ❖ Munkafolyamatok részletes ismertetése és felosztása, felügyelése tanár közreműködésével. ❖ A feladat végrehajtásának lépéseinek megtervezése. ❖ Kézügyesség fejlesztése. ❖ Biztonságos eszközhasználat. ❖ Felkészülés a veszélyhelyzetek és a konfliktusok kezelésére.

2. táblázat

Modellezés Tantervi Alapok

Alapanyag megismerése:

- Modellkészítéshez használt anyag/anyagok tulajdonságainak ismertetése /előállítás, felhasználása, képződő hulladék, anyagmérleg ismertetése (példán keresztül)/
- Természetes és mesterséges faanyagok, papír anyagok vizsgálata (hajlítás, törés, hasítás, keménység, rugalmasság, nedvszívás,) szemrevételezés /nagyítás kézi nagyítóval vagy mikroszkóppal (max 30x) a rostszerkezethez/, anyagok összehasonlítása, mérés alapján.
- Munkafolyamatoknál a szakmák ismertetése pl.: építészet → falazás → burkolása, színezése, tetőfedés → tető típusok.

Munkavégzés:

- Takarékos, hatékony és igényes munkavégzés /újrahasznosítás/.
- Eszközök biztonságos, balesetmentes alkalmazása, technikai fogások elsajátítása
- Építőelem elkészítése: Csoportos munkák/munkafolyamatok megtervezése, szervezettség előtérbe hozása. Közös tevékenység révén nyugodt és fegyelmezett együttműködés.

- Mérés milliméteres pontossággal /eszközhasználat, rajzjelek/, vetületi ábrázolás, méretarányos kicsinyítések, nagyítások.
- Az elkészült elemekből modell építése, az előre elkészített /terv/ rajzok alapján /konstrukciós játékok/

Elkészült tárgyakból modellek előállítása kivitelezhető!

3.2.2. Ökológiai lábnyom csökkentése, életvitel és gyakorlat oktatásával

A rendkívül nagy mennyiségben keletkező papírhulladékot energiapocsékolás lenne kihajítani a szemetesbe. A papírlap életútját röviden tárgyaltam a fentiekben, de nem esett szó a felhasznált energiáról, egy darab A4-es lap előállítása rendkívül költséges folyamat, az alapanyagok és a villamos energia terén. Az elhasználódott, igénybe vett papírlapokra többnyire nincsen szükségünk, így a hulladéklerakó telepek halmaít gazdagítják.

Így újabb és újabb fák kerülnek „életveszélybe” valamint egyre több villamos energiát kell előállítanunk és nagymértékű vízfelhasználás jellemzi a papíripart. Ha ismerjük a papír „történetét” akkor megdöbbentő a rengeteg munka egy darab lapért ami előbb utóbb a kukában landol.

Az újrahasznosítás fontossága már nem kérdés, ami igen, hogy hasznosíthatjuk újra a papírt? Egy alternatívát szeretnék javasolni az ökológiai lábnyom csökkentésére egy úgynevezett ÖKOOKT programot /7. ábra/, melyben az intézmények által keletkezett papírhulladékot az oktatás segítése érdekében gazdaságosan fel lehet használni.



7. ábra

Fő cél az oktatás/tanítás segítése környezettudatosan!

4. KPPE KÉSZÍTÉS

4.1.PAPÍRTÉGLA KÉSZÍTÉS LÉPÉSEI

A brikett készítést három nagy szakaszra oszthatjuk fel, melyet a 9. ábra szemlélteti.



9. ábra

Az egyik legfontosabb kiindulási pont a nyersanyag kiválasztása, én fehér A4-es lapokra esett a választásom /esztétikai okból/. Ezeket a lapokat elő kell készíteni a további eljárásoknak. Az utolsó lépés az elkészült modell/makett alapanyag megmunkálása /bővebb leírást az 5. pont tartalmazza/.

4.1.1. Nyersanyag

Az Egyetemen kutatást végeztem, hogy milyen típusú papírhulladékból van a legnagyobb mennyiségben, rengeteg zárthelyit /ZH/ kell a hallgatóknak megírniuk így az A4-es lapok mellett döntöttem /32. ábra/. Beszereztem még különböző színű papírlapot is.

A lapokat osztályoztam szín és minőség szerint /28-30. ábra/, ezeket külön csoportba gyűjtöttem, többnyire fehér lapokat alkalmaztam, a különböző színű minőségű lapokat külön dolgoztam fel.

A lapok mellett újságpapírt is újrahasznosítottam.

4.1.2. Technológia

4.1.2.1. Nyersanyag előkészítése

1. Aprítás

A lapokat minél kisebb darabokra kell széttépni, így felgyorsíthatjuk az ázási időt. A hatékonyabb munka eléréséhez iratmegsemmisítőt használtam. Követkehet az áztatás!

2. Áztatás

Az aprítás megtörtént, már csak megfelelő mennyiségű vizet kell ráönteni. A megfelelő mennyiség nem határozható meg pontosan, a szemmértékünkre hagyatkozunk, tehát ha a lapokat elfedi a víz az már jó /inkább több víz legyen rajta, mit kevés/. Hagyjuk ázni egy fél óráig, majd megkezdődhet a pépesítés!

3. Pépesítés

A lapok rostjai közé lassan beszivárog a nedvesség, fellazulnak a rostszerkezeti kötések, így könnyebben lehet pépesíteni. Kezünkkel addig dagasszuk, míg pépes állagot nem kapunk, közben ha a massa vizet igényel, akkor öntsünk hozzá.

Itt is növelhetjük a hatékonyságot turmixgéppel illetve fűrőgépbbe befogható keverő szárral.

A rostsálak elválnak egymástól és papírpépet kapunk.

Megjegyzés:

Ha nagyobb mennyiségben készítünk alapanyag tárolása megoldható több hónapig fedett tárolóedényben, így nem kell minden egyes esetben időt fordítani a pép készítésére, rögtön megkezdődhet a pép formákba töltése!

4.1.2.2. Formanyomás

Préselés más néven tömörítést jelent, a már előkészített nyersanyagot, azaz a papírpépet formába töltjük jelen esetben 35x35 mm-es külméretű keretbe /21. ábra/. Az anyagra rákerül a pontosan illeszkedő nyomóforma test, majd erre vertikális irányú erőt fejtünk ki. Így a felesleges víz eltávozik a pépből, közben felveszi a nyomóforma alakját és elkészül a formának a negatívja. A présből eltávolítjuk a papír brikettet, majd száraz meleg helyre tesszük és megindulhat a szárítás/száradás a maradék nedvesség eltávolítása.

Brikett oldalai 33x33 mm-es, magassága változó, de adagoló kanállal szabályozhatjuk. Az adagoló lemezből „U” alakot kell hajlítani körülbelül 30x30x30-as keretet és ezzel szedhetjük ki a masszát, a kezünkkel óvatosan belesegítjük a nyomókeretbe, így azonos magasságú /31. ábra/ brikettek állíthatók elő /22-27. ábra/.

A kézzel kifejtett nyomóerő 1089 mm² felületre 25-30 kilogramm.

Megjegyzés:

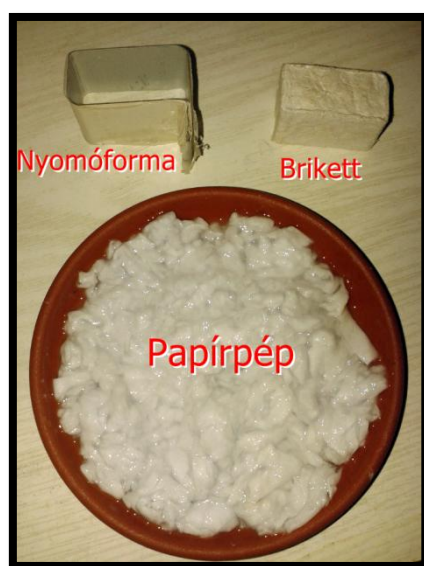
Ha túl nagy erővel préselünk ki a vizet a masszából, akkor a formából való eltávolításnál az anyag szétválhat.

4.1.3. Modell/makett alapanyag

A brikett száradás után, készen áll a további anyag megmunkálásokra. Fontos, hogy csak teljesen száraz brikettel dolgozzunk, mert ha beépítésre kerülnek a nedvesek is akkor a modellt szerkezetét módosíthatja /pl.: a felület felpúposodhat/.

4.2.ÖSSZEGZÉS

Általános sablonként/viszonyítási alapként szolgálhat a következő: 1 darab A4-es lapot beáztattam 25 cm³ vízbe kis idő elteltével a rostszálak közé behatolt a víz és fellazította a kötéseket, így pépes állagúra dagasztottam. Beletöltöttem formába és kipréseltem 17x32x18 mm-es brikettet kaptam, a száradási ideje szoba hőmérsékleten 1 hét /10. ábra/.



10. ábra

A következő táblázatban /3. táblázat/ összegyűjtöttem milyen folyamatok mennyi időt igényelnek:

400 oldal aprítása /iratmegsemmisítővel/ kézi erővel 20 fős osztályban 1,333 lap/perc

Megnevezés	Időráfordítás	
Aprítás	15 perc	45 perc
Áztatás	20 perc	
Pépesítés	10 perc	
Préselés	45 perc	
Száradás	1 hét	
Modellezés	45 perc	

3. táblázat

5. ALAPANYAG MEGMUNKÁLÁSA

5.1.SZÁRAZ MEGMUNKÁLÁS

Az elkészült „szűz” papírtégla a lehető leggyorsabban tudjuk a megfelelő méretűre, alakúra alakítani száraz megmunkálási eljárással.

Az első lehetséges fázis a szélezés más néven a sorják eltávolítása, ha a préselésnél a nyomóforma és a nyomótest nem illeszkedik tökéletesen, megoldható egyszerű ollóval vagy csiszolópapírral könnyen eltávolítható a felesleges sorja.

A következő fázis, ha nem megfelelő az építőelem vastagsága, akkor alkalmazzuk ezt a módszert. Satupofák közé befogunk két masszív vasdarabot és ezek közé elhelyezzük az alakítandó elemet majd távtartó használatával beállítjuk a kívánt vastagságot.

A harmadik fázis a legjelentősebb, itt vághatjuk/darabolhatjuk az elemeket a kívánt méretre lombfűrészszel. Ha vékony szálú lombfűrészszel dolgozunk, akkor tökéletesebb egyenesebb vágási felületet kapunk, mert kis darabokat szakít ki a lap finom fogazottsága valamint könnyebben tudunk manőverezni a vékony lappal így boltívek is kialakíthatók.

A levágott felület nem teljesen sima, így az egymáshoz illesztendő felületek deformálódhatnak, a deformáció elkerülése érdekében az egyenetlen felületeket le kell csiszolni /54;55. ábra/, hogy minél precízebb és pontosabb illesztéseket kapjunk.

5.2.NEDVES MEGMUNKÁLÁS

Ezzel az eljárással szebb formákat tudunk kialakítani vagy a végleges elemen javítani, de ez időigényesebb, mivel a papír száradását is bele kell kalkulálni az elkészülési időbe.

A modellezésem során felmerült egy probléma, a hosszú egyenes testeknél, oszlopoknál, hogy ha nem súlyoztam le a kinyomott testet akkor a száradás során folyamatosan összehúzódott és felhajolt az egyik vagy mindkét vége. A görbült felületre vizet kell csepegtetni, vagy vizes ecsettel gyengéden felvisszük a púposformára vizet /addig adagoljuk míg át nem nedvesedik a keresztmetszet/, majd ezt követően súlyokat helyezünk testre az egyenesség érdekében, hogy semmiképpen ne hajoljanak fel a végei. Hagyjuk száradni a megszáradt test készen áll a további megmunkálásokra.

Nagyméretű táblákon könnyen létrehozhatunk ablakot, ajtót és egyéb nyílásokat, ennek a legegyszerűbb módja, ha bevizezzük a felületrészt és óvatosan kicsipkedjük/eltávolítjuk a felázott felesleges anyagot. Az eltávolított felület egyenetlen akkor a megoldás egy sima tárggyal elsimítjuk, készen is van, már csak száradnia kell /42. ábra/.

Jurta készítésnél elfelejtettem kéményt kialakítani a cellulóztéglán, megoldható az utólagos alakítása fűrőgép nélkül is, vizet vittem fel célterületre mely lassan benedvesedett és lassan egy hegyes tárggyal /reszelő/ kikapargattam a felesleges papírmasszát. Anyag eltávolítás után

a reszelő másik végével elegyengettem a felszakított részt és így sima felületet kaptam, elkészült a füstelvezető nyílás.

5.3.PLASZTIKAI MUNKÁK

Ha a tökéletes felület megmunkálások ellenére tökéletlenül illesztjük egymáshoz az építőelemeket akkor sincs probléma, mert ezeket a részeket is ki lehet javítani a következő módszerekkel.

5.3.1. Hibás felületek javítása/elrejtése adalékanyagokkal

Mi minősül hibás felületnek? Papírtégla elemek készítésénél a présből való eltávolításánál keletkezhet kisebb sérülések /az egyik oldalon/. A másik hibaforrás a modellkészítésnél jelentkezik, ha az illesztések között rés keletkezik. Származhat az anyag deformációjából, a száraz/nedves megmunkálásból vagy az elem pontatlan elhelyezéséből /a leragasztott építőelem csak roncsolással távolítható el/. Gyors és egyszerű, ha a hibásnak minősített felületet/területet bekenjük valamilyen krémszerű, könnyen kenhető töltőanyaggal.

Töltőanyag típusok:

- 1) Papír csiszolat + tapéтарasztó
- 2) Papír csiszolat + festék /mész alapú/
- 3) Papírpép + tapéтарasztó
- 4) Facsiszolat /finom minőségű/ + festék /mész alapú/

Felvittele történhet falsimítóval /spaklival/, vajazó késsel /fém, műanyag/, kiszuperált műanyag vonalzóval vagy bármilyen más eszközzel lehetséges, aminek a felülete sima /59. ábra/. A töltőanyag megszáradása után, csiszolás következik így a lehető legsimább felületet kapjuk meg.

5.3.2. Testek festése/színezése

Az elkészült modellünknek színt is adhatunk, mivel a papírtégla jól festhető szinte bármilyen festékkel /38-41. ábra/. A legideálisabb festék a beltéri /fehér/ falfesték 2-15 literes kiszerelésben kapható, vízzel hígítható, így vékony rétegben egyenletesen beboríthatjuk az alkotásokat /a javított felületekre is tapad/. A fehér színhez hozzá keverhetünk a szivárvány összes árnyalatát. További festékek amik szóba jöhetnek a tempera és a vízfesték, de azzal számolnunk kell, hogy a felületet nem képes egyöntetűen beborítani, így foltos maradhat.

A festék felviteléhez festékes tál és festőecset szükséges.

6. FÓKUSZBAN A PAPÍR /SAJÁT MÉRÉSEK/

6.1. ICP-AES VIZSGÁLAT

Lángfotometria⁴

Mérést végezte: Kártyás László

Mérés helye: NYME-SEK TTK (Szombathely)

Mérés ideje: 2013.09.10.

Mérés menete:

Mérőműszer: Induktív Csatlósú Plazma Optikai Emissziós Spektrométer

Induktív csatlósú plazma atomemissziós spektrometria (ICP-AES) mérés elve a következő:

„A vizsgálandó mintából képzett aeroszolt ⁵induktív csatlósú plazma ⁶sugárforrásba juttatják. A sugárforrás mintacsatornájában a minta aeroszorból szabad atomok, majd ionok keletkeznek. Az ionok az ICP-ben gerjesztődnek⁷, és a gerjesztett állapot megszűnésével egyidejűleg az energiaváltozás nagyságának megfelelő frekvenciájú, illetve hullámhosszúságú fotonok keletkeznek. Az adott hullámhosszon mérhető fényintenzitás ⁸a meghatározandó kémiai elem mintabeli koncentrációjával arányos.” (Tatár & Záray, 2012.)

Ez után a készülék feldolgozza a mért jeleket, majd kiértékeli.

Eredmény a mintában lévő anyagok pontos koncentrációját meghatározza elemekre lebontva /pl.:Ca, Cd, Fe, Hg, P ... stb./

Vizsgálandó minta: Áztatott papírpép vizes oldata

A papír zéhákat /lapok felületén: piros, kék tinta és fekete nyomtatott betűk valamint ábrák szerepeltek/ beáztattam csapvízbe, majd pépesítettem, egy hét elteltével leszűrtem és előkészítettem a mérésre.

Mérési eredmény:

A készülék 3 mérést végez, majd a méréseket átlagolja és így meghatározza az anyagtartalmat.

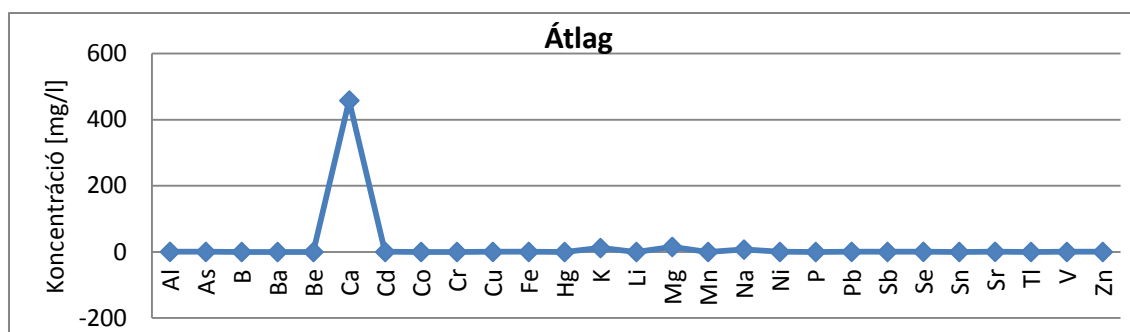
⁴ A láng emissziós sugárforrás, melybe bepermetezett aeroszolt atomjaira bontja, gerjeszti, majd a gerjesztett atomok által kibocsátott sugárzást mérjük és meghatározzuk a koncentrációt

⁵ A vizsgálandó minta részecskéi a "levegőben"/mérő közegben

⁶ A műszer erős mágneses teret hoz létre, közben argon gázt porlasztásakor begyullad a gáz hőmérséklete 6000 K (kelvin)

⁷ Kis energiájú szinten fotonokat sugároz

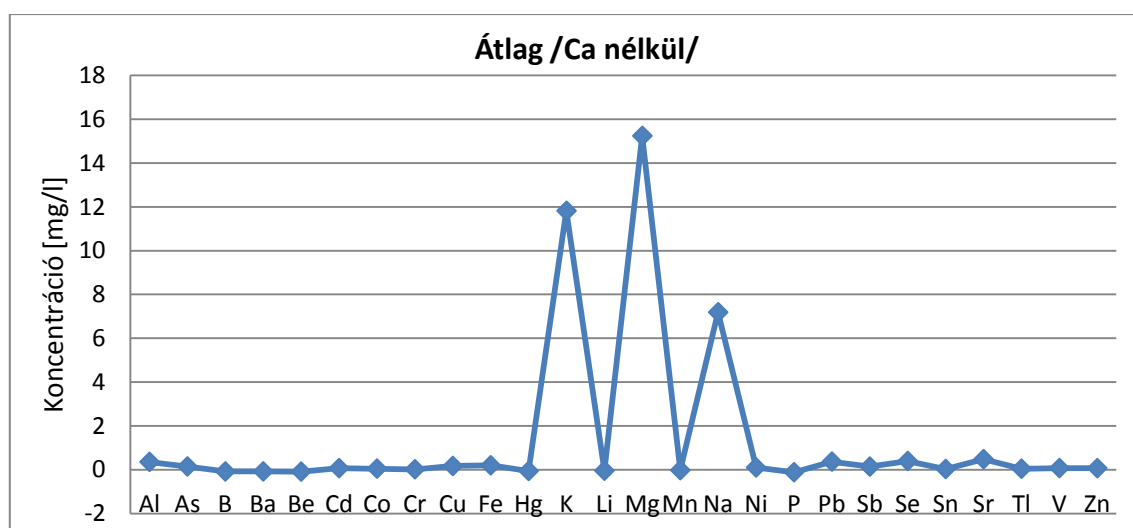
⁸ Mérhető elektromágneses sugárzás



11. ábra

Magyarázat:

Az első elem ami a szemünkbe tűnik /11. ábra/ a kalcium [458,235 mg/l], azért tapasztalhatunk nagy kiugrást mert csapvízben pépesítettem a papírt, tehát magas a Ca tartalma van a víznek. Ha ezt az értéket kivesszük a diagramból, akkor nagyobb felbontásban jelennek meg az értékek valamint megbizonyosodhatunk arról, hogy nem tartalmaz a „papíroldat” káros anyagokat!



12. ábra

Ezen az ábrán /12. ábra/ a magnézium [15,239 mg/l] érték a legtöbb, az előbbi diagramon jelentős mennyiségű Ca van a vízben, ezek a kiugrások nem játszanak szerepet, mert a víz keménység⁹ére utalnak. A másik két elem a kálium és a nátrium, ezek pedig nem utalnak káros szennyezőanyagra. **A többi elem elhanyagolhatóan kicsi!**

Így kijelenthetem, hogy a papírpép nem tartalmaz mérgező anyagot ami a bőrön keresztül felszívódna!

Továbbá megmértem az oldatnak a PH-t Thermo Scientific pH mérő eszközzel.

Mérési eredmény: az oldat pH-értéke 7,44 /minimálisan lúgos kémhatású/

⁹ Vízben oldott ásványi anyagok megkülönböztetünk állandó és változó keménységet

6.2.ELEKTRONMIKROSKÓPOS¹⁰ VIZSGÁLAT

Nyomtatott papír felületének tanulmányozása

Mérést végezte: Kártyás László

Mérés helye: NYME-SEK TTK (Szombathely)

Mérés ideje: 2014.05.20.

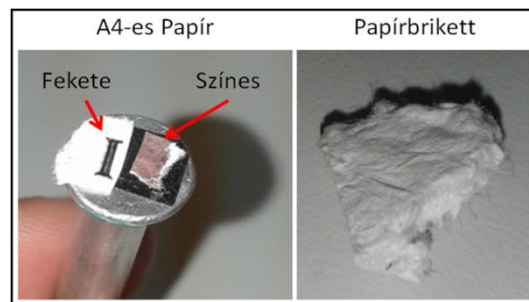
Mérés menete:

TM3000 típusú elektronmikroszkóppal vizsgáltam a papírlap és a papírtégla felszínét mikronos nagyításban.

Ez a mikroszkóp rendkívül nagy nagyításra képes valamint láthatóvá teszi mikroszkopikus világot, amit a saját szemünkkel nem vagyunk képesek látni.

/1 mm = 1000 μ m mikrométernek felel meg/

Minta előkészítése:



13. ábra

Első mintákat /13. ábra baloldali kép/ a mintatartóra helyeztem, egy fekete és egy színes nyomtatású lapot, melynek a szélét letéptem és levágtam.

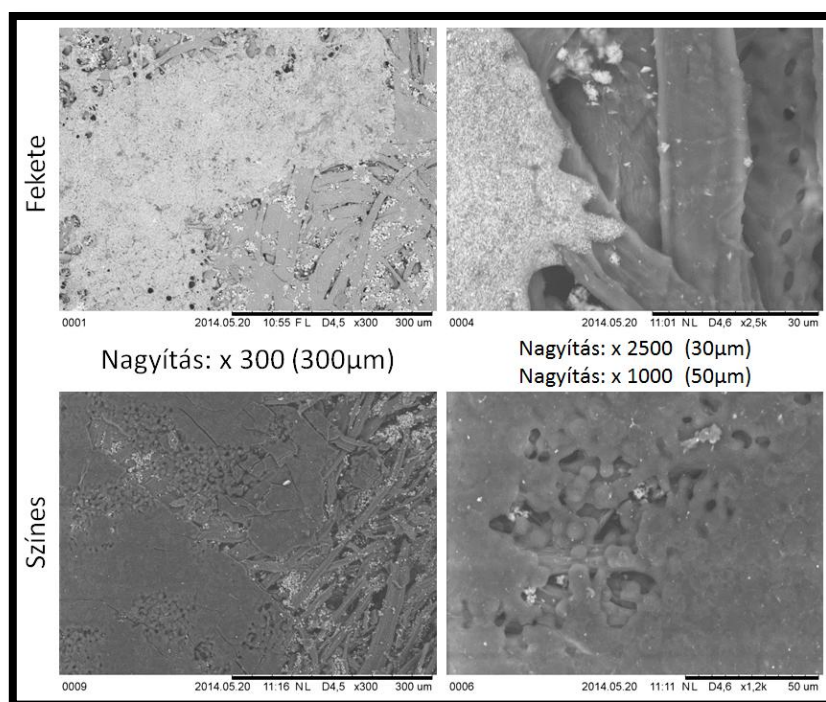
A következő minta a papírbrikett /13. ábra jobboldali/, nyomtatott papírlapokból készült.

Mérési eredmény:

Rostszerkezet és a nyomdai festék mikronos nagyításban.

Fekete és a színes papírlapok nagyítás látható a következő képeken /14. ábra/.

¹⁰A mintát pásztázó nyaláb által kiváltott /elektron, röntgen, /fotonok intenzitásából összeállítja a mikroszkóp a megfelelő minőségű képet



14. ábra

Eredeti képen /13. ábra/ a fekete nagy „I” betűnek a jobb felső sarka látható 300 szoros nagyításban. Jól megfigyelhető ahogy a festék /szabálytalanul/ befedi a papír rostszerkezetét.

A színes nyomtatású lap 300 szoros nagyításban már sokkalta simább felület látható, de ha ránagyítunk a részben befedett részekre akkor észrevesszük hogy ez a festékanyag pigment alapú, mert „apró” /5-8 μ m/ pár mikronos kör alakú egységek különíthetők el.

Tehát a színes papír felületét egyenletesebben fedi be a festék, így a lapok vizes áztatásánál több idő szükséges, mert először a bevonó anyag nedvesedik át, majd utána a papírlap.

Három fő összetevőből épülnek fel a nyomdafestékek.

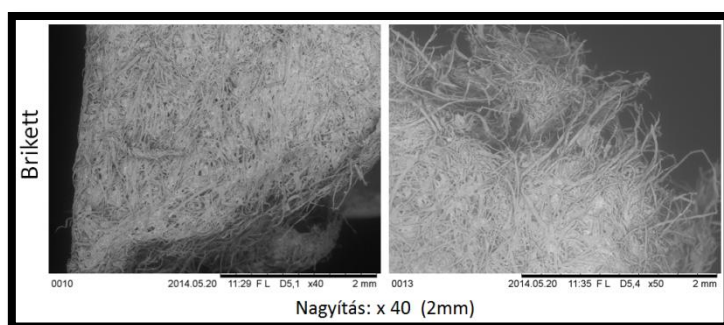
1. „Színt adó komponens ún. pigment és az ehhez kötődő színezék.
2. Kötő (filmképző) anyag, amely a színt adó komponens és a nyomathordozó közötti kötést biztosítja. A kötőanyag határozza meg a festék tapadását, fényességét és keménységét.
3. Segédanyagok” (Szabó, 2008.)

Pigmentek: 1g pigment felülete nyomdafesték kötőanyagban diszpergálva/szétoszlatva több mint 100 m² felületet beborítására elegendő

Megkülönböztetünk szerves és szervetlen pigmenteket /anyagi összetételben báriumot és kobaltot is tartalmazhatnak mindemellett számos fém is jelen van/.

A második minta a préselt papírtégla:

Ebben a mérésben érdekességgéppen megfigyelhetjük a rostszálak elrendeződését/15. ábra/.



15. ábra

A brikett baloldali széle egyenes, mert a nyomóforma adta az egyenességét, egyenletesen elrendeződtek, míg a másik felét eltéptem, így a szálak felszakadtak a rendszertelenül elhelyezkedett szálak, egy kis darab /kb.: 1,5x1mm-es/ még a kötéseknél köszönhetően rajtmaradt a testen. Ha minél több keszkesza rost kapcsolódások találhatók az anyagban, akkor megnő a szakítószilárdsága.

6.3.TÖMEGMÉRÉS

Festék tömegének meghatározása

Mérést végezte: Kártyás László

Mérés helye: NYME-SEK TTK (Szombathely)

Mérés ideje: 2014.05.26.

Mérés menete:

Három minta a következő:

1. A4-es lapnak mind a két oldala üres
2. A4-es lapnak az egyik oldalára 24,75 cm x 15,88, cm méretű fekete téglalapot nyomtattam
3. A4-es lapnak mind a két oldalára 24,75 cm x 15,88, cm méretű fekete téglalapot nyomtattam

A mintákat lemértem analitikai mérlegen, az üres lapra táraztam a mérleget, feltételezem, hogy a 3 lap tömege azonos, így már csak a pontos értékeket leolvasni.

Mérési eredmény:

Minták tömegei /4. táblázat/: Alapminta az üres lap tömege 4,9807 g.

Megnevezés	1. Minta	2. Minta	3. Minta
Festék tömege	0.0000 g	0,1606 g	0,4112 g

4. táblázat

7. MODELLEZÉS

7.1.ELSŐ MODELLEM /NYME SAVARIA EGYETEMI KÖZPONT C- ÉPÜLET/

7.1.1. Épület külső megjelenése

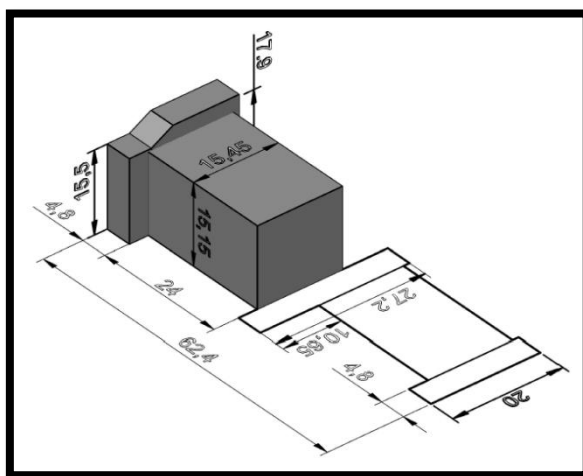
Az építmény földszintet és 3 teljes emeleti szintet foglal magában. Külső megjelenése /16. ábra/ tagolt, egymáshoz képest eltolt egységek jellemzik. Hosszanti részein szalagablakok és betonpanelek, a középén és a két végén pedig fehér színezetű burkolattal függőlegesen összefogott ablakok dominálnak. Az épület alaprajzi rendszere öt részre osztható. A két párhuzamosan futó hosszanti közép folyosóról közelíthetők meg a tantermek. A középén és a két szélén található a belső közlekedést biztosító lépcsőtér.



16. ábra

7.1.2. Méretek, tervezés

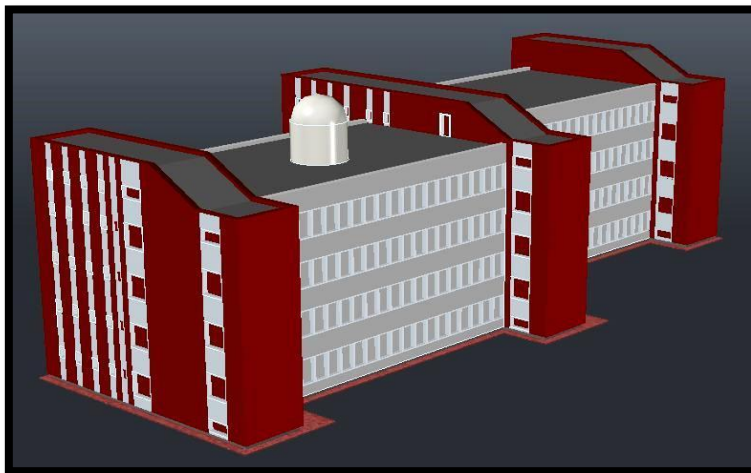
Először is meg kellett ismernem az építmény méretrendszerét /17.ábra/, hogy a valóságban mekkora, kiviteli tervek tanulmányozásával elhatároztam, hogy a méretarány 1:100. A továbbiakban megrajoltam AutoCAD program segítségével a pontos 3D-s modelljét az épületnek, majd a 2D-s mérethálózatot /az építőelemek elhelyezésénél nyújtott nagy segítséget/.



17. ábra

/Az ábrán feltüntetett méretek centiméterben értendők./

Érdekességként meg kell említenem, hogy az épületen 425 darab ablak található, ennek függvényében kellett alakítanom a kivitelezést /18. ábra/.



18. ábra

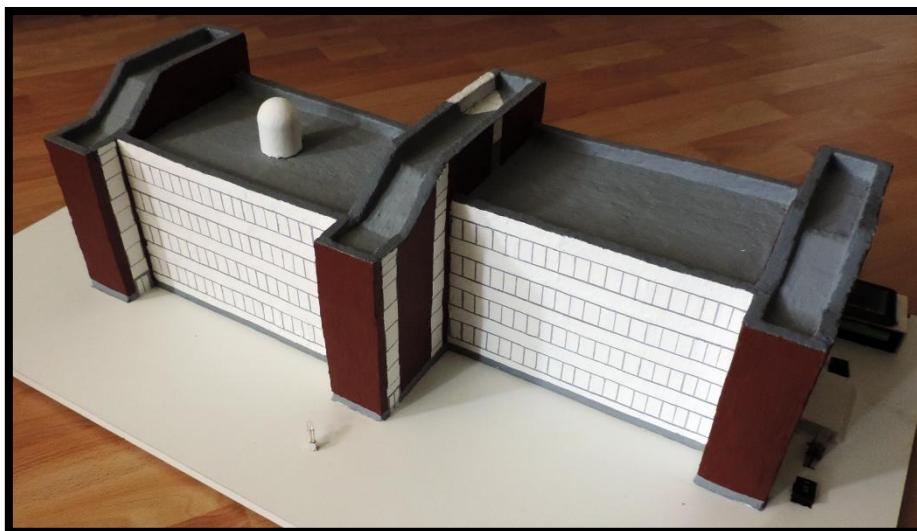
7.1.3. Kivitelezés

Az építkezést virtuálisan is gyakoroltam, hogy minden zökkenőmentesen haladjon. Az elkészült KPPE alapanyagoknak a méretét felvettem és CAD programban elkészítettem egy oldalfalat, már rögtön nehézségekbe ütköztem, de sikerült áthidalnom őket. Az előre elkészített terveket 2D-s mérőhálózatra támaszkodva letettem az alapkővet. Először az alaprajzot felvázoltam rajzeszközökkel, nehogy eltérjek a lefixált méretaránytól. Most már megépíthettem a falazatot, a födémet és az egyéb kiegészítő elemeket. Az egyes elemeket kötésekben helyeztem el, hogy elérjem a lehető legnagyobb szilárdságot/tartósságot. Mindemellett folyamatosan ellenőriztem a méreteket.

Amikor elkészültem a teljes „falazással” és „tetőfedéssel” /61. ábra/, ez után következett az egyenetlen felület simává varázsolása /sűrű festéssel/, majd a festés. Ennél a műveletnél is előkerültek a tervrajzok, vonalzóval rávetítettem a pontos méreteket az „épületre” és megkezdtem a festést /62. ábra/. Három színnel dolgoztam szürke /két árnyalata/, fehér és vörös mész alapú beltéri falfestéssel.

A színezést követően öko dizájnosabbá tettem a modellt, napelemek beépítésével világítást is kapott.

A teljes megvalósítás nem ment mindig zökkenőmentesen, de sikerült orvosolnom a problémákat, így lassan de biztosan elkészültem /19. ábra/!



19. ábra

7.1.4. Összegzés számokban

ÖKO MAKETT MEGVALÓSÍTÁSI TANULMÁNYA			
Tevékenység	Megnevezés	Dátum	Időtartam
Szerszámok készítése	Nedves és száraz prés tervezése és megvalósítása	-	-
Téglák gyártása	Zh-k aprítása, áztatása, pépesítése, préseleése, szárítása, csiszolása, száraz préseleése	2013.03.13.	-
NYME SEK TTK C-épület elkészítése eredeti tervrajzok felhasználásával			
Tervezés /AutoCAD/	3D	2013.02.17.	20 óra 44 perc
	Lábazat	2013.03.30.	2 óra 40 perc
	Homlokzat, Nyílászárók	2013.03.23.	18 óra 7 perc
	Födém, Attika, Csillagvizsgáló		
	Virtuális építkezés	2013.03.26.	1 óra 59 perc
Kivitelezés megkezdése	-	2013.04.08.	-
Lábazat, homlokzat és a födém kialakítása előre elkészített AutoCAD tervek alapján.			
Papírtéglák	Lábazat	2013.04.08.	-
	Homlokzat	2013.05.03.	-
	Födém	2013.07.16.	-
Festés	Alapozás	2013.07.17.	-
	Színezés	2013.07.24.	-
Világítás	Napelemek	2013.08.25.	-
Kivitelezés befejezése	-	2013.08.29.	-

5. táblázat

7.1.5. Öko Modell

A főbb céljaim közé tartozik, hogy az ökológiai lábnyomot csökkentsem a modellezéshez felhasznált alapanyaggal! Mitől is öko? Olyan alapanyagokat igyekeztem felhasználni, amelyek a szemetesben landolnának, mit például a papírok nagy része valamint az elektronikai hulladékok. A modell 100%-ban újrahasznosított lapok felhasználásából készült, melyet falfestékkel színeztem. /20. ábra/. A világítás áramköreit, vezetékeit bontott elektronikai hulladékokból származnak /számítógép, TV, beltériegység/.



20. ábra

Így a környezetre gyakorolt hatásunkat csökkenthetjük!

Tehát hulladék alapanyagokból fantasztikus dolgokat, tárgyakat és nem utolsó sorban modelleket lehet létrehozni!

7.2. ISMERKEDÉS A PAPIRRAL JÁTÉKOSAN

Készítettem egy egyedi tervezésű KPPE elemekből összeállított focipályát /51. ábra/ az általános iskolások számára, melyet az Egyetemen megrendezésre került tehetség napon mutattam be, továbbá kipróbálhatták az alapanyag készítést /53. ábra/. A pálya oldalvonalát és a kaput papírtéglákkal raktam ki egyes helyeken háromszög elemeket, valamint áthidalókat is felhasználtam, a labda, két félgömb összeillesztéséből készült. Egyedül az indító szerkezet nem papírból épült, pneumatikus működtetésű, sűrített levegős munkahenger, mellyel a gyereket kapura löhettek /a kapus sokszor hárított/. A gyerekek rendkívül nagy érdeklődést mutattak a papír nyújtotta alternatívák iránt, a játékról izgalmas képet láthatunk az 52. ábrán. A célom, hogy játékos módon ismerkedjenek meg a papír elemek adta lehetőségekkel, így ha ráéreznek a modellezés "ízére", akkor már jelentős mértékben fejleszthetjük a készségeiket.

8. MODELLEZÉS SZÁMOKBAN

7.3.ÓRAVÁZLAT

Összesítésben ábrázoltam, tüntettem fel az életvitel és gyakorlat tantárgy adta lehetőségeket, melyeket a modellezés magába foglalhat /6.táblázat/.

Tantárgy: Életvitel és gyakorlat

Osztály: 1-8.

Az óra témája: Modellezés /Egyszerű vagy bonyolult építmények/

Tantárgyi kapcsolatok: Rajz, Matematika, Fizika, Erkölcstan

Időkeret (perc)	Tanóra		Ismeretanyag		Eszközök	Megjegyzés
2	Eszközök előkészítése		-		1-3. o-ig: KPPE csomag, Marok prés, Festék, ecset, íróeszközök, papírhulladék, vödör, víz	Frontális munka
					4-8. o-ig: Marok prés, papírhulladék, vödör, víz, olló, fűrész, tapétaragasztó, rajzeszközök	
3	Csoportalakítás Motiváció /tananyag/ Célkitűzés		Témakör határozza meg		Eszközök kiosztása	Kooperatív technika
10	Új ismeret közlése				Eszközök megismerése	Frontális munka
20	Modellezés	1-3. o-ig KPPE csomagból építkezzenek, Formázás papírpépből	Tananyag alapján	Matematika Erkölcstan	KPPE csomag, Festő eszközök	Kollektív munka
		4-8. o-ig Préselt Papír Elemek készítése, Lakóépületek építése és tesztek elvégzése		Építészet Rajz Matematika Fizika Erkölcstan	PrésCellÉp csomag	
5	Modellek bemutatása /diákok/				-	Néhány szóban
5	Összegzés /pedagógus/				Eszközök elpakolása	Frontális munka

6. táblázat

Nagyobb modellek építésénél fontos, hogy kevés csoportokat alakítsunk ki, így lerövidülnek az építési idők és a tananyag elsajátítására is elegendő mennyiségű idő marad.

Mit modellezhetünk/szemléltethetünk?

Főbb modellek:

Tartókonzolok, tartószerkezetek, híd modellezése és tesztelése!

Lakó közösségek lakások építése, falu, jurta, panel.

7.4.KÖLTSÉGVETÉS

A modellezés kivitelezése jelentősen függ az intézmény költséghatáraitól, hogy mely tevékenységekre érdemes /nyersen fogalmazva/ pénzt kiadni, így megfontolásra kerül a technikai eszközök beszerzése. Az elsődleges szempontom, hogy a diákok mindegyike lehetőséget kapjon a munkafolyamatok megismerésére, azaz a barkácsolás alapfogásait elsajátíthassa. Ezért egy központilag összeállított úgynevezett KPPE csomagra lenne szükség, amely a papír modellezés minden lényeges elemét tartalmazza. A csomag beszerzési költsége és ideje lényegesen lecsökken, mintha az intézmény/osztály maga vásárolná meg az eszközöket külön-külön!

A KPPE csomagot úgy kell összeállítani, hogy 1-3 osztályig szükség van préselt papír elemekre /nagy mennyiségben/, pépesítő eszközökre és kézi présre /egyszerű kivitelben/. A 4-8 osztályig már nem szükséges nagy mennyiségben beszerezni a papír építőelemeket, mert a diákok saját maguk gyártják le, ezért komplettebb préses csomag szükséges.

Csomagok tartalma osztálycsoportokra lebontva:

A feltüntetett mennyiségek egy osztályra vonatkoznak! A préseket több éven keresztül használhatóak!

1-3 osztályig:

PrésCellÉp összeállítás /Préselt Cellulóz Építőkészlet/: téglá, kocka, henger, boltív, oszlopcsalád, tetőcsalád, tapéтарasztó, ecetkészlet, diszperzit fehér falfesték,

Prés összeállítás: vödör, keverő, 35x35x40-es zártszelvény nyomótalppal és nyomó gombával

4-8 osztályig:

PrésCellÉp összeállítás /Préselt Cellulóz Építőkészlet/:boltív, oszlopcsalád, tetőcsalád, tapéтарasztó, ecetkészlet, diszperzit fehér falfesték, fűrész/fa,fém/, csiszolópapír, facsavar, csavarhúzó, szög

Prés összeállítás: vödör; keverő; téglá, kocka, henger nyomókeret, nyomótalppal, nyomó gombával és egy komplett présel, szárítólapok /100x500x2/

A Préselt Cellulóz Építőelemek több típusú hasábot tartalmaz, alapanyaga papírhulladék, melynek a legyártása megkönnyíti a tárgyalkotást, így lerövidül a modellek készítésének az ideje.

Általános Iskolák számára /20-25 fős osztályoknak/

Megnevezés		Funkció	Ár	Mennyiség Osztályonként	
Habarcsvödör 12 l		Áztatás, Pépesítés	359 Ft	1db	
Diszperzit belső falfesték 100 (2 l)		Festés	1 399 Ft	2 liter	
Ecset készlet, 3 db-os (20, 40, 50 mm)			299 Ft	3 részes	
Hulladék Papír		Brikettálás	0 Ft	X	
Nyomóforma /kocka, téglatest, henger/ Horganyzott zártszelvények, vasárak folyó méteréből levágható	Minimális lakatos munka	Brikettálás	Henger 1”=10 cm=108,33 Ft	10cm-es darabból két forma kijön	1 db
			Kocka 30x30x2 mm=10 cm=68,83 Ft		1 db
			Téglatest 40x20x2 mm=10 cm=75,67 Ft		1 db
Fa nyomófej /EGYEDI/			Önerő	3 db	
Tapétaragasztó 1 kg		Modellezés	899 Ft	1 db	
Fa és Fém megmunkálások			több ezer Ft		
Összesen:		-	3208,83 FT + kb.3000 FT	-	

7. táblázat

A feltüntetett árak nagymértékben függenek a beszerzés helyétől!

A táblázatban foglaltak iránymutatásként szolgálnak /7. táblázat/, az eszközök beszerzéséről valamint az anyagmegmunkálás költségeit nem tartalmazza, mely több ezer forintra tehető. A KPPE csomag összeállítása, mindig alkalmazkodik az iskolák igényeihez, papírtéglák mennyiség és költségek terén, így elkerülhetjük a fölösleges anyagok/eszközök megvásárlását.

BEFEJEZÉS

Egy alapgondolattal szeretném indítani a fejezetet, mely így hangzik:

„Alap nélkül nincsen felépítmény!”

Volt szerencsém részt venni a Technikatanárok Országos Egyesülete által megrendezett konferencián /operatorként/, rendkívül nagy hatással volt rám. A konferencián elhangzottak alapján egy olyan biztos alapot szeretnék megvalósítani, ami költséghatékony és egyben gyakorlati tapasztalatot nyújt az általános iskolák diákja számára! Javaslatot szeretnék tenni, a KPPE mint építési illetve modellezési alapanyagra, úgynevezett Zöld Oktatásra. Az oktatás magába foglalja a technika és életvitel számos órai anyagát, elméleti és gyakorlati jellegét, így lehetőség nyílik, a műszaki területek irányában való fejlődésre valamint kialakulhat egy technikai orientáltság.

A teljes körű kivitelezéshez egy olyan brikett csomagot kell összeállítani, amelyből elkészülhetnek a tankönyvek által említett modellek, úgy, hogy a költségeket részben levesszük az iskolák "vállairól".

A megoldás tesztelését és a gyakorlatban való bemutatását Uniós pályázat keretein belül szeretném megvalósítani. Úgy gondolom, hogy a magyar oktatást segítheti az elképzelésem!

Fő célom, hogy a leírtak a valóságban beváljanak, eredményes fejlődést tapasztaljunk, valamint hozzá szeretnék járulni a magyar oktatáshoz!

Papírhulladékból rendkívül sokat termelünk, amelyet az ökológiai lábnyom csökkentése érdekében célszerű újrahasznosítani. Az egyik legjobb megoldás a modellezés az oktatás területén, a diákok megismerkedhetnek számos konstrukciós elemekkel és mindez környezettudatos tevékenység. Az oktatás és környezettudatosság összekapcsolódik, ezt a kapcsolatot "Zöld Oktatás"-nak nevezhetjük!

IRODALOMJEGYZÉK

-, 2008.. www.kagaaqe.eoldal.hu. [Online]

Available at: http://www.kagaaqe.eoldal.hu/cikkek/papirkeszites-rovid-tortenete_-veveeqe.html

[Hozzáférés dátuma: 10. július 2014.].

-, 2013.. support.ricoh.com. [Online]

Available at: http://support.ricoh.com/bb_v1oi/pub_e/oi/0001051/0001051819/VD13879XX/D1387958_hu.pdf

[Hozzáférés dátuma: 01. július 2014.].

Barta, T., 2008.. *A papír összetételi, szilárdsági*, 1085 Budapest, Baross u. 52.: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.

Bubcsóné, K. H., -. *Technika 3. osztály*. - szerk. Budapest: Műszaki.

dr. Vermes, M., 1940.. www.kfki.hu. [Online]

Available at: <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/eloado/kemia/celluloz2.html>

[Hozzáférés dátuma: 29. május 2014.].

Fuszikné, É. S. & Matusekné, T. B., 2004.. *Második technika könyvem*. tizenegyedik szerk. Celldömölk: Apáczai.

Fülöp, P., Mosoni, Á. & Dr. Vas, M., 2003. *Technika és életvitel 5. osztály*. - szerk. Nyírségi Nyomda Üzeme: Nemzeti.

Hegedüs, I. K. & Szabó, M., 1997.. *Harmadik technika könyvem*. Celldömölk: Apáczai.

Kalmár, P., -. ontologia.hu. [Online]

Available at: <ftp://ontologia.hu/Language/Hungarian/Crawl/MEK/mek.oszk.hu/01200/01208/01208.pdf>

[Hozzáférés dátuma: 18 július 2014].

Márton, I., 2003.. *Első technika könyvem*. tizedik szerk. Celldömölk: Apáczai.

Mesterházy, F. & Ujhelyiné, É. d. P., 2003. *Technika és életvitel 4. osztály*. hely nélkül: Dinasztia.

Mosoni, Á., 2003. *Technika és életvitel 7. osztály*. - szerk. Nyírségi Nyomda Üzeme : Nemzeti.

Mosoni, Á., 2004. *Technika és életvitel 8. osztály*. - szerk. Budapest: Nemzeti.

Mosoni, Á. & Dr. Vas, M., 2003.. *Technika és életvitel 6. osztály*. Szekszárdi Nyomda Kft.: Nemzeti.

Nagy, Z. S., 2011.. www.grafikanagy.hu. [Online]

Available at: http://www.grafikanagy.hu/koskaroly/11b/A_grafika_tortenete-Papirfajtak_papirmeretek.pdf

[Hozzáférés dátuma: 01. július 2014.].

Parádi, V., 2013.. sites.google.com. [Online]

Available at: <https://sites.google.com/site/paradivanda/a-papirgyartas-technologiaja>

[Hozzáférés dátuma: 15. július 2014.].

Parádi, V., 2013.. www.primerate.hu. [Online]

Available at: <http://www.primerate.hu/szolgaltatasaink/segedletek/elemek/papir-tipusok.pdf>

[Hozzáférés dátuma: 01. július 2014.].

Pitrik, J., 2003. *Technika és életvitel 5. osztály*. nyolcadik szerk. Celldömölk: Apáczai.

Szabó, T., 2008.. kepzevolucioja.hu. [Online]

Available at: http://kepzevolucioja.hu/dmdocuments/4ap/12_0965_007_110131.pdf

[Hozzáférés dátuma: 10. június 2014.].

Tatár, E. & Záray, G., 2012.. *etananyag.ttk.elte.hu*. [Online]

Available at: http://etananyag.ttk.elte.hu/FiLeS/downloads/EJ-Tatar-Zaray_Kornyezetminosites.pdf

[Hozzáférés dátuma: 30. május 2014.].

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni Dr. Nemes József egyetemi docens úrnak a segítségét, aki a dolgozatom írása során útmutatást adott és szakmai tanácsokkal látott el!