

Segédanyag kidolgozása az „Általános anyagvizsgálatok és geometriai
mérések” c. modul tanításához

Jelige: PET 889

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. A segédanyag felépítése.....	3
3. A segédanyag témaköreinek elemzése.....	6
3.1 Mérési alapfogalmak.....	6
3.2 Mérés tolómérővel	8
3.3 Mérés mikrométerrel.....	11
3.4 Mérés mérőhasábokkal	12
3.5 Mérés mérőórával	13
3.6 Kúp mérése idomszerrel	15
3.7 Felületi érdesség mérése	19
3.8 Modulzáró feladatsor	20
3.9 Anyagvizsgáló eljárások csoportosítása	21
3.10 Roncsolásos anyagvizsgálatok: Keménységmérés	22
3.11 Brinell keménységmérés.....	23
3.12 Vickers-eljárás	25
3.13 Rockwell-eljárás	27
3.14 Poldi keménységmérés.....	28
3.15 Roncsolásos anyagvizsgálat: Charpy-féle ütővizsgálat	29
3.16 Roncsolásos anyagvizsgálatok: Szakítóvizsgálat	31
3.17 Roncsolásmentes anyagvizsgálatok	39
3.18 Modulzáró feladatsor	41
4. A Segédanyag kipróbálása	43
5. A kipróbálás tapasztalatai.....	46
6. Összegzés	48
7. Irodalomjegyzék	50

1. BEVEZETÉS

A dolgozatom témaválasztásának elsődleges indoka az a tapasztalat volt, amelyet a gyakorlóiskolában, a győri Lukács Sándor Mechatronikai és Gépészeti Szakképző Iskola és Kollégiumban szereztem. A pedagógiai gyakorlat során bepillantást nyertem egy anyagvizsgálat órába, ahol épp elméletet tanultak a diákok. A tanuláshoz, illetve a tanításhoz ugyan rendelkezésükre állt tankönyv, ami összegyűjti és rendszerezi az anyagvizsgálatokat és geometriai méréseket, viszont ez a tankönyv úgy gondolom, hogy sok olyan információt tartalmaz, amire a diákoknak nincs szükségük a további mérések során.

A könyvben nem szerepelnek a követelmények és a leckék céljai. Úgy hiszem, ha egy interaktív segédanyag segítségével tanulnának a fiatalok, azzal időt spórolnának meg a tanórákon, mivel ez a segédlet önálló tanulásra is alkalmas lenne. A részletes magyarázatok, képek, videók, animációk lehetővé tennék azt, hogy mélyebben is megismerkedjenek a tananyaggal, vagy esetleg azokra a részekre több időt szánjanak, amelyek kicsit nehezebben befogadhatóak. Az elektronikus tananyag arra is alkalmas lehet, hogy a tanulók a hiányzás miatt elmaradásait pótolni tudják, illetve előre felkészüljenek a laboratóriumi gyakorlatra.

A második indok, amiért ezt a témát választottam az volt, hogy középiskolai és egyetemi tanulmányaim során ez volt az a témakör, ami a legjobban érdekelt, és nagyon fontosnak tartom, hogy a diákok megértsék, hogy ezekre a mérésekre miért van szükség, és ez a mindennapi szakmai munka során mennyire fontos.

Az anyagvizsgálattal kapcsolatban a Lukács- iskola gépparkját tanulmányozva látható, hogy nagyon sok lehetőségük van a diákoknak a gyakorlásra, de a mérések végrehajtásához nélkülözhetetlenek az elméleti ismeretek is.

Az utóbbi időben jelentős technikai változások történtek az anyagvizsgálat területén. A változás nem a mérések elméleti alapjainak átalakulásában, hanem inkább abban mutatkozik meg, hogy a gépek sokkal pontosabbak lettek, és a minták értékeinek lemérése korszerűsödött (digitális kijelző, lenyomatot lemérő mikroszkópok), kisebb a hibalehetőség. A dolgozat kidolgozása során törekszem arra, hogy érdekes dolgokat is megmutassak, amiket esetleg órán nem tudnak kipróbálni (pl. mert az iskola nem rendelkezik olyan géppel). Úgy gondolom, hogy egy ilyen segédlet megírásánál is elengedhetetlen a motiváció és a figyelem felkeltése.

Az oktatásban célszerű mindig a legújabb berendezéseket használni, de ebben a témában a gépek folytonos cseréje, illetve a korszerűbb technológia beszerzése nehezebb a gépek árai miatt. Az tény, hogy a Lukács iskolában felsorakoztatott gépek minősége megfelel a mai kor színvonalának.

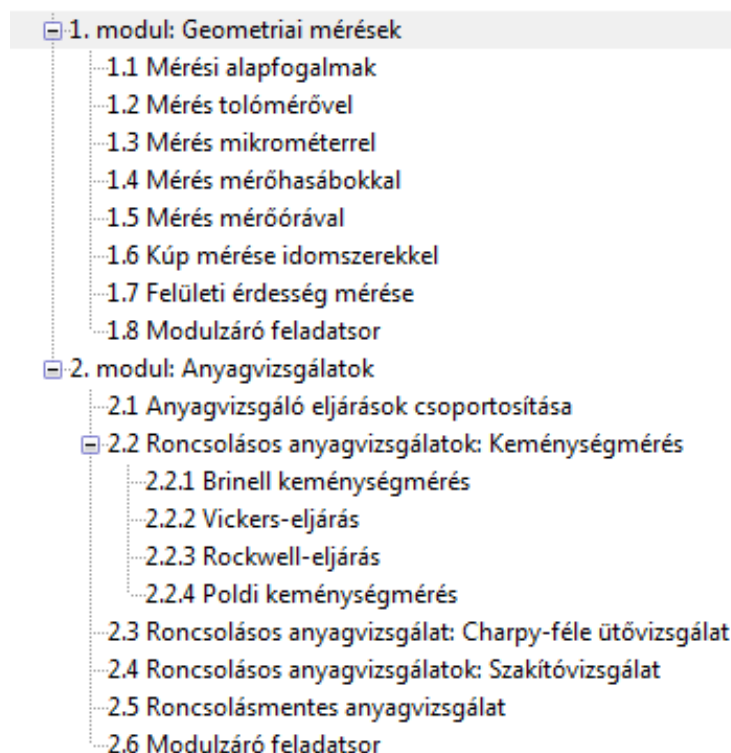
Az anyagvizsgálatok, illetve a geometriai mérések elvégzésének ismerete napjainkban az iparban dolgozók számára elengedhetetlen. A cégek fontosnak tartják a minőség biztosítását, és ennek egyik alapja az anyagok tulajdonságainak, alakítás utáni változásainak tanulmányozása.

A dolgozatom célja egy olyan segédanyag létrehozása volt, amely nem csak a diákoknak, hanem az oktatóknak is segítségül szolgál, hogy az órán az anyagot könnyebben feldolgozzák. Ez egy elektronikus jegyzet, amit az internetről el lehet érni, illetve feltelapíthető a számítógépre, és böngésző programmal, internet nélkül is használható.

Mivel segédanyagról van szó, több magyarázatot, képet, videót és animációt tartalmaz a jobb megértés érdekében. Minden lecke végén található egy feladatsor, amit a követelmények alapján dolgoztam ki. A feladatok megoldását a program kiértékeli, így a diák visszajelzést kap azzal kapcsolatban, hogy mennyire sajátította el az adott anyagrészt.

2. A SEGÉDANYAG FELÉPÍTÉSE

A segédanyag két modulból, ezeken belül összesen 16 leckéből áll. A tananyag összeállításánál a központi programot és a Lukács Sándor Mechatronikai és Gépészeti Szakképző Iskola és Kollégium 0225-06 számú, „Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések” című modulhoz tartozó tanmenetet használtam. Az egész éves tananyag egy részét dolgoztam fel.



1. ábra Segédanyag felépítése

A Geometriai mérés modult az alapfogalmak tisztázásával kezdtem, és az egyszerűbb mérőeszköztől haladtam a bonyolultabb, és pontosabb leolvasást biztosító eszközök felé.

Így először a tolómérővel való mérést, majd a mikrométeres mérést tárgyaltam. Az is fontos szempont volt, hogy például a mérőórák mérésnél gyakran alkalmazunk mérőhasábokat, ezért célszerűnek tartottam először a mérőhasábbal történő mérés menetét és fogalomkörét tárgyalni majd utána a mérőóráét. Hasonló logikával következett a Kúp mérése idomszerrel című lecke is, ahol a mérőóra és a mérőhasáb is szükséges. A felületi érdesség vizsgálata utolsó helyre került, mivel nem függ össze a többi anyagrészszel.

Az Anyagvizsgálatok modul felépítését négy részre tagoltam, ennek oka az egyszerűbb megértés volt. Az első rész ugyanúgy, mint az előző modulnál, a fontosabb fogalmak ismertetésével kezdődik, majd a keménységvizsgáló eljárások következtek.

Ennél a fő szempont az volt, hogy míg a Brinell keménységmérésnek vannak korlátai (vékony lemezek vizsgálatára nem alkalmas), addig a Vickers-eljárás ezeket a korlátokat küszöböli ki, tehát a logikám az volt, hogy előbb bemutattam egy vizsgálati lehetőséget, ami bizonyos szempontokat betartva nagyon jó, de ha az adott szempontok nem megfelelőek a Brinell mérés elvégzésére, akkor jön a Vickers-eljárás. A Rockwell-féle keménységmérés azért került a végére, mivel ennek a mérésnek a menete az addig tárgyalt keménységmérések menetétől eltér. A Poldi féle keménységmérés ugyan hasonlít a Brinell méréshez (D átmérőjű acélgolyó a vizsgálat szúrószerszáma), de az eljárás menete nagyban különbözik, ezért nem a Brinell keménységméréssel együtt mutattam be.

A Charpy-féle ütőmunkát külön részben tárgyalom, mivel ez a módszer eltért a fent említett mérési módszerektől.

A szakítóvizsgálatnak pedig más elve van, és nem az anyagok keménységét, szívósságát mérjük vele, hanem az egytengelyű húzó igénybevétellel szembeni ellenállását. Sokkal összetettebb és bonyolultabb mérés. A lecke terjedelme is indokolta azt, hogy egy külön fejezetben tárgyaljam.

A roncsolásmentes anyagvizsgálatokat is külön leckében dolgoztam fel.

Minden leckéhez célokat és követelményeket fogalmaztam meg, hogy a diákok tudják, milyen feltételeknek kell megfelelniük ahhoz, hogy a tananyagot teljes mértékben elsajátítsák.

A leckék végén interaktív önellenőrző kérdések segítik a tanulókat abban, hogy a tudásukat ellenőrizzék. Ezeket a kérdéseket a program kiértékeli, így a diák azonnal visszajelzést kap arról, hogy az anyagot mennyire sikerült megérteni, megtanulni. Vannak benne nyílt végű kérdések is. Az ezekre adott válaszait a tanuló csak a tanár segítségével tudja kiértékelni. Szükségesek ezek a kérdések, mivel középszintű oktatásról beszélünk, ahol a diáknak szóbeli vizsgát kell tenni, így elengedhetetlen, hogy pl. egy adott mérésnél a mérés menetét a saját szavaival el tudja mondani.

Minden követelményhez legalább egy ellenőrzőkérdést párosítottam, így ha a diák az összes ellenőrzőkérdésre helyesen adja meg a választ, biztos lehet abban, hogy az anyagot

megfelelően elsajátította. Szerepelnek olyan kérdések is a tananyagban, amelyeknél ha a rossz választ jelöli be a tanuló, akkor megjelenik a magyarázat szó, és arra kattintva elolvashatja az adott kérdéshez tartozó anyagrészt. Ez a funkció az egész leckét átfogó kérdéseknél nem alkalmazható.

A modulok végén modulzáró feladatsorok találhatóak, amelyek a modul leckéiben található tananyag legfontosabb részeire kérdeznek rá újra. A modulzárókban vannak olyan kérdések is, amelyek csak több lecke együttes ismerete alapján válaszolhatók meg.

A teljes segédanyag a mellékelt cd-n található.

3. A SEGÉDANYAG TÉMAKÖREINEK ELEMZÉSE

1. modul: Geometriai mérések

3.1 Mérési alapfogalmak

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- mérés,
- mértékegység (SI mértékegységrendszer),
- mérőszám,
- hossz mérés,
- mérték,
- etalon,
- mérőeszköz,
- mérési módszer,
- közvetett mérési módszer,
- közvetlen mérési módszer.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja, hogy a tanuló a mérések elvégzéséhez szükséges alapismereteket elsajátítsa.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően, ha

- felsorolásból ki tudja választani a mérés fogalmát,
- tudja párosítani egymáshoz az SI mennyiségeket és azok mértékegységét,
- tudja párosítani egymáshoz a közvetett mérés és a közvetlen mérés fogalmát és definícióját,
- ki tudja választani, hogy az adott definícióhoz mely mérési fogalom (etalon, mérőeszköz vagy idomszer) tartozik,
- el tudja dönteni, hogy az adott példa közvetett vagy közvetlen mérési módszerre utal.

A Mérési alapfogalmak című lecke elkészítésénél az volt a fő szempont, hogy a diákok a mérésekhez szükséges alapfogalmakat konkrét hétköznapi példákon keresztül, és képek

segítségével ismerjék meg, így egyszerűbbé vált a megértésük és a megjegyzésük is. Például a közvetett mérésre és az etalon fogalmának megértésére az alábbi két példát fogalmaztam meg.

Közvetett mérés: az eredményt méréssel és számítással kapjuk (pl. mérőhasáb és mérőóra együttes alkalmazása). A munkadarabok méretét egy előre beállított értékű mérőeszköztől, illetve annak méretétől való eltérés mérésével határozzuk meg.

Pl.: Közvetett mérésre egy életszerű példa, patikamérleg egyik serpenyőjére ráteszünk egy anyagot, aminek a tömegét szeretnénk megmérni, a mérleg másik táljára pedig súlyokat pakolunk, ha a mérleg mutatója középre áll akkor egyenlő a két tálka súlya. Utána összeadjuk a súlyokat és így megkapjuk a mérendő anyag tömegét.



2. ábra Példa közvetett mérésre

Pl. Méteretalon jelenti a hossz mérés alapegységét.



1.1.2 ábra: Etalon-méter Párizs egyik épületén

3. ábra Példa etalonra

A tankönyvben, amit a tanulók használnak, vannak olyan megfogalmazások, amelyek túlságosan bonyolultak, és a többi tananyagrészt elsajátításához nincs is szükség az

ismeretükre. Ilyen volt például a mérőszám fogalma. Ezt a fogalmat én kihagytam, csak a lényeges, a mérések során nélkülözhetetlen fogalmakat gyűjtöttem össze.

Fontosnak tartottam, hogy ha valamelyik magyarázatnál a példában olyan fogalmat említettem, amelyet részletesebben csak a későbbiekben tárgyaltam, annak nem hagytam ki a magyarázatát, ugyanis ha a diák két helyen is olvassa, akkor nagyobb eséllyel jegyzi meg. Erre példa a mérőhasáb, amit részletesebben a Mérés mérőhasábokkal című fejezetben tárgyalok, de a Mérési alapfogalmak témakörben is megemlítem ezt a mérőeszközt a mérés fogalmának jobb megértése végett.



4. ábra Példa a mértékre

3.2 Mérés tolómérővel

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- tolómérő részei:
 - mérőszár,
 - merev mérőpofa,
 - mozgatható mérőpofa,
 - rögzítő,
 - tolóka,
 - mélységmérő,
 - milliméterskála (főskála),
 - mérőfelület,
- nóniusz skála.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a tolómérő használatához szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- ábra alapján párosítani tudja egymáshoz a tolómérő részeit és azok megnevezését,
- felsorolásból ki tudja választani a nóniusz skála fogalmát,
- helyesen le tudja olvasni a tolómérő által mért értéket,
- kép alapján fel tudja ismerni a helyes mérési módot,
- a tolómérővel történő mérésre vonatkozó állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak,
- el tudja mondani, hogyan kell ellenőrizni a tolómérőt a helyes mérés érdekében.

Ebből a leckéből azt emelném ki, hogy a diákok által használt tankönyvben a mérés gyakorlati szabályai nem szerepelnek, pedig a pontos mérés alapfeltétele a helyes mérőeszközhasználat. Ezért én a szabályok felsorolását és a pontos befogás képekkel történő bemutatását fontosnak tartottam.

Gyakorlati szabályok a tolómérő kezeléséhez:

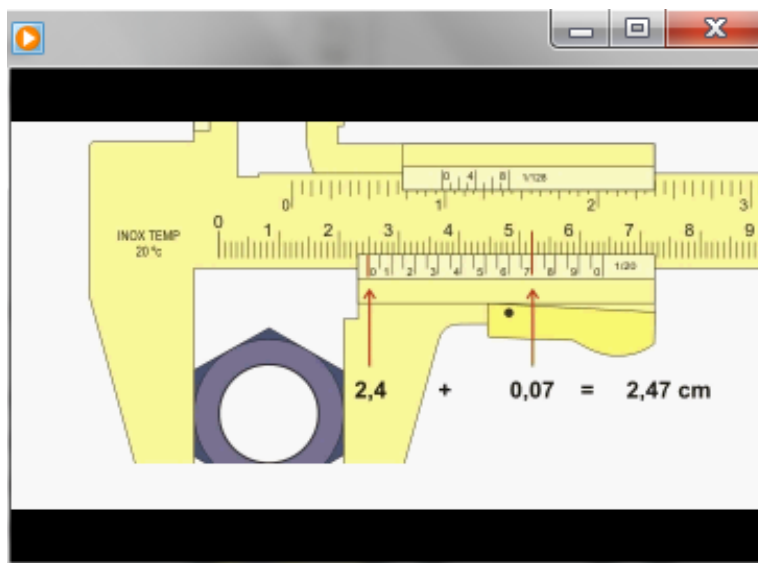
- A mozgó mérőpofát enyhe nyomással, megfelelő távolságra szétnyitva kell a munkadarabra rátolni.
- Mérés során a munkadarabot a pofák tövébe kell helyezni.
- A horonymérő él csak bevágások és horonyok mérésére használatos.
- A belső méret mérésre szolgáló mérőpofát karcolásra, előrajzolásra használni tilos.
- A tolómérőt tilos rögzített pofákkal lehúzni a munkadarabról a méret leolvasásához, mivel a feszítés, erőltetés a mérőpofák kopását eredményezi.
- Mérés előtt a tolómérő mérőpofáit és a mérendő felületeket meg kell tisztítani, mert csak tiszta felület eredményez pontos mérést.



1.2.6 ábra: Munkadarab helyes befogása

5. ábra Gyakorlati szabályok a tolómérő helyes kezeléséhez

Dolgozatom több animációt és videófelvételt is tartalmaz. Erre példa ebben a leckében a tolómérő leolvasására készült animáció.



6. ábra Tolómérő leolvasásának részlete

Ebben a leckében a feladatok kidolgozásánál fő szempont volt a leolvasás helyességének számonkérése, mivel ez a tananyagrészt lényege, ezért erre több önellenőrző feladatot is készítettem.



7. ábra A tolómérővel való méréshez tartozó feladat kiértékelése

A feladatok a „helyesen le tudja olvasni a tolómérő által mért értéket” követelmény teljesítését mérik. Ha a leolvasás nem sikerült, és a diák nem tudja jól megoldani, akkor kérheti azt az opciót is, hogy a program mutassa meg a helyes értéket.

Kiegészítő anyagként és érdekességként összeállítottam egy részt a különféle kialakítású tolómérőkről.

3.3 Mérés mikrométerrel

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- mikrométer részei:
 - kengyel,
 - álló mérőtapintó,
 - mozgó mérőtapintó,
 - főskála,
 - finombeállító,
 - gyorsállító,
 - mérődob,
 - melléskála,
 - mérőhüvely,
 - rögzítő szerkezet,
- nóniusz skála.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a mikrométer használatához szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- ábra alapján párosítani tudja egymáshoz a mikrométer részeit és azok megnevezését,
- le tudja olvasni helyesen a mikrométer által mért értékét,
- felsorolásból ki tudja választani a mikrométer leolvasási pontosságát,
- a mikrométerrel történő mérés gyakorlati szabályaira vonatkozó állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak.

A lecke kidolgozásának menete hasonló volt, mint a tolómérőnél, ebben a részben is a leolvasás pontossága a lényeges követelmény. A mikrométer pontosabb értéket ad, mint a tolómérő, ezért a leolvasása bonyolultabb.

Több feladatot készítettem a leolvasás pontosságának fejlesztése érdekében. Ezeket a feladatokat is kiértékeli a program, ha a diák nem tudja pontosan leolvasni, kérheti azt is, hogy mutassa meg a helyes értéket, így a megoldásból és az ábrából ki tudja következtetni a leolvasás menetét.

 **2. feladat**

Az alábbi ábra alapján határozza meg a mikrométer által mutatott méretet, írja a helyes választ a keretbe!



a mért érték: mm

8. ábra Mikrométerhez tartozó feladat

3.4 Mérés mérőhasábokkal

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- mérőhasáb

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a mérőhasábokkal történő összehasonlító mérés elvégzéséhez szükséges elméleti ismeretek elsajátítás

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- ki tudja számítani, hogy adott mérőhasáb-kombináció milyen méretet ad,
- felsorolásból ki tudja választani a mérőhasáb-kombináció által megtestesített méretet,
- mérőhasábokból adott méretet össze tud állítani a legkevesebb elem felhasználásával,
- a mérőhasábra vonatkozó állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak.

A mérőhasáboknál olyan feladatokat állítottam össze, amelyek legegyszerűbben és legcélravezetőbben mérik azt a tudást, ami a mérőhasábokkal történő mérés lényege, minél kevesebb elemből tudják kirakni a mérendő értéket.



? 2. feladat

Jelölje be, hogy a 63,455mm méretet melyik mérőhasáb kombinációból lehet összeállítani a legegyszerűbben!

A mérőhasábok által megtestesített méretek:

- 1 mm
- 1,001-től 1,009-ig -ezredes lépésközzel
- 1,01-től 1,09-ig -százados lépésközzel
- 1,1-től 1,9-ig -tizedes lépésközzel
- 2-től 25-ig milliméterenként, valamint 50-es, 75-ös és 100-as

☐ 1,005mm+1,05mm+1,4mm+5mm+10mm+10mm+15mm+20mm

☐ 1,005mm+10mm+1,4mm+5mm+15mm+20mm+10mm

☐ 1,005mm+1,05mm+1,4mm+10mm+50mm

9. ábra Feladat mérőhasábra

3.5 Mérés mérőórával

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- mérőóra részei:
 - kismutató,
 - nagymutató,
 - számlap,
 - mérőcsap,
 - tapintócsúcs,
 - vezetőhüvely.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

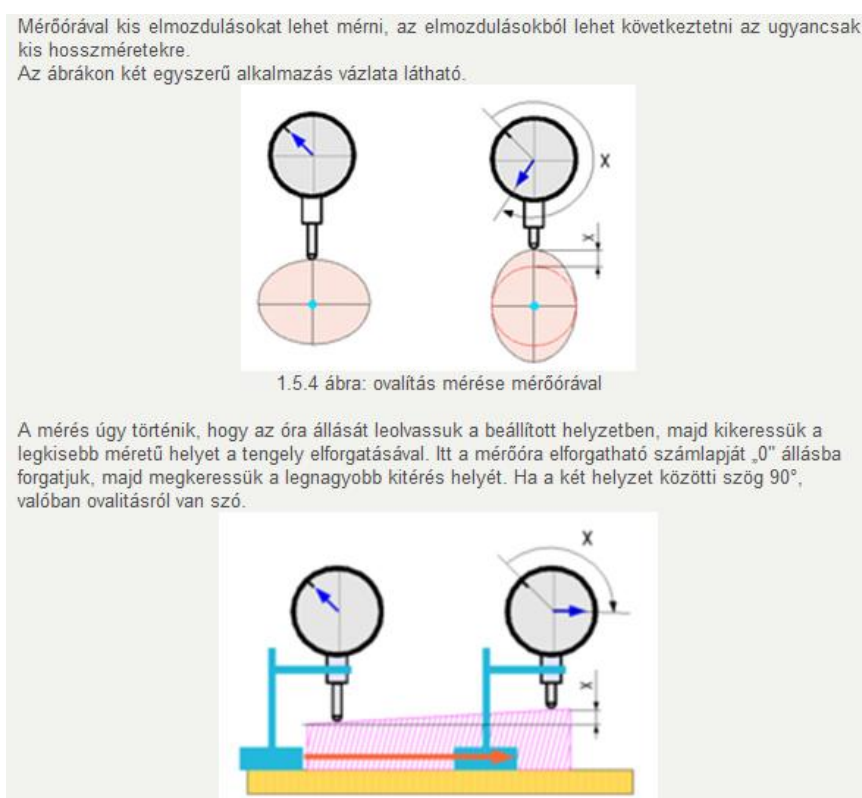
A lecke célja a mérőórával való mérés elvégzéséhez szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- a mérőóra által mutatott értéket helyesen le tudja olvasni,
- a mérőóra vonatkozó állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak.

A mérőórával való mérést nem alkalmazzuk közvetlen mérésre, a tananyagban is feltüntettem, hogy összehasonlító mérésre szolgáló mérőeszköz. Úgy gondolom, hogy az összehasonlító mérés kifejezés nem ismert és nem egyértelmű a diákok számára, ezért fontosnak tartottam, hogy a mérőeszköz bemutatásán kívül néhány mérést és alkalmazási területet megemlítsék, képekkel illusztrálják.



10. ábra Ovalitás és síktól való eltérés mérése mérőórával



11. ábra Henger hengerességének vizsgálata mérőórával

3.6 Kúp mérése idomszerrel

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- kúpszög,
- átmérő,
- mérőhasáb,
- mérőcsap,
- mérőgyűrű,
- mérőgolyó,
- szinuszvonalzó.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a kúp méréséhez szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

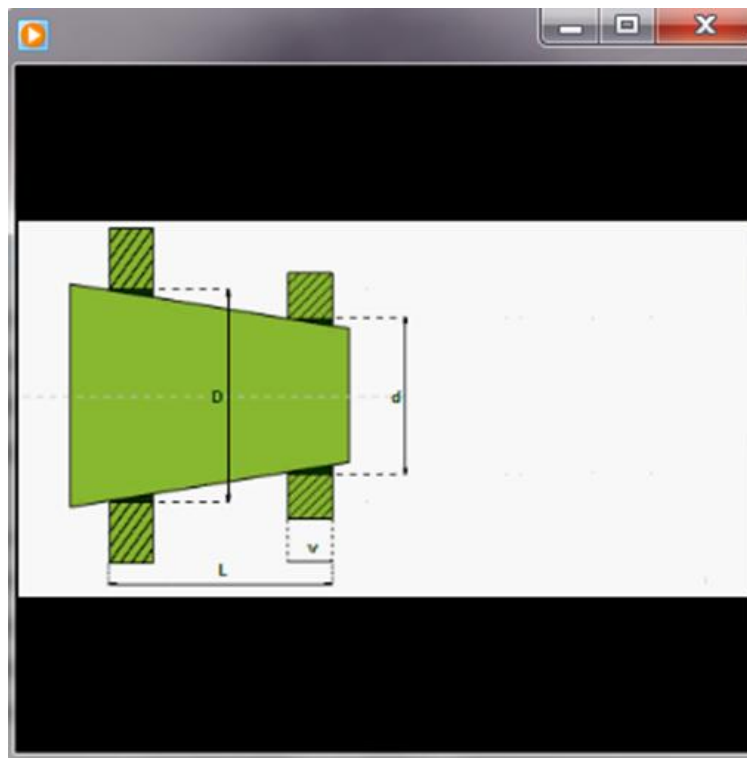
Követelmények:

A tananyagot a tanuló akkor sajátította el megfelelően ha,

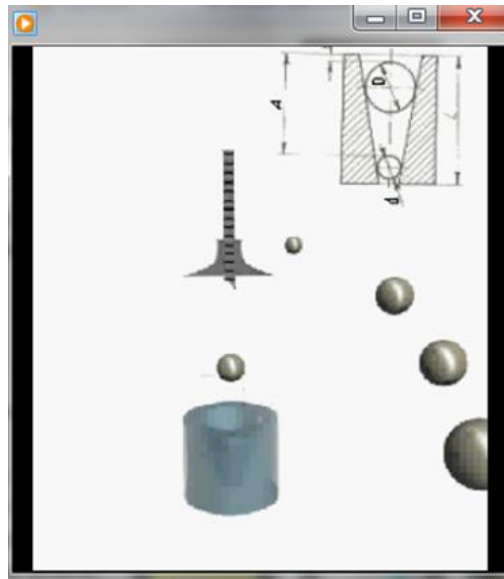
- a mérőcsapos méréssel kapcsolatos állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak,
- ábráról el tudja dönteni, hogy melyik mérési módot mutatja,

- felsorolásból ki tudja választani, hogy melyik képlet melyik mérési módhoz tartozik,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy melyik mérési módhoz melyik képlet tartozik,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy melyik mérésnél alkalmazunk mérőhasábokat,
- saját szavaival el tudja mondani a mérőgyűrűvel való mérés menetét,
- saját szavaival el tudja mondani a mérőgolyó segítségével történő mérés menetét,
- saját szavaival el tudja mondani a szinuszvonalzóval történő mérés menetét,
- saját szavaival el tudja mondani külső kúp mérőcsappal és mérőhasábokkal történő mérésének a menetét.

A bonyolultabb méréseknél fontosnak tartom, hogy a leírás mellett a képi megjelenítés is segítse a diákokat a mérés menetének pontos megismeréséhez, ugyanis az illusztráció segítségével pontosabban tudja beazonosítani a mérőeszközöket és azok alkalmazásának feltételeit. A mérőgyűrűs és a mérőgolyós kúpmérést animációval, a mérőcsapos és szinuszvonalzós mérést pedig képekkel mutattam be.



12. ábra A kúp mérőgyűrűvel való mérésének részlete



13. ábra A kúp mérőgolyóval történő mérésének részlete

Külső kúp mérése mérőhasábokkal és mérőcsapokkal

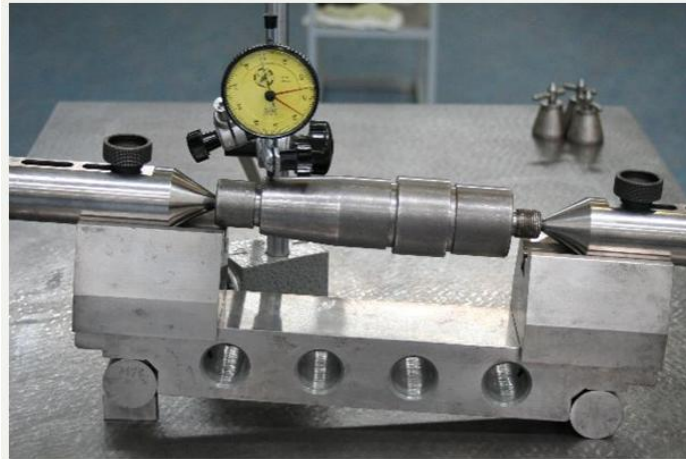


1.6.2 ábra: Külső kúp mérése mérőcsappal

A külső kúpok mérését végezhetjük a mérőhasábokkal illetve azokra helyezett mérőcsapokkal. A mérőhasábok és mérőcsapok a külső kúp mérésére szolgáló eszközök. Szabványos méretűek. A mérőhasábok egy külső hengeres mértet testesítenek meg. Nem kombinálható össze további méretekké úgy, mint pl. a mérőhasáb.

14. ábra Külső kúp mérése mérőcsappal

Kúpmérés szinuszvonalzóval:



1.6.9 ábra: kúpmérés szinuszvonalzóval

15. ábra Kúp mérése szinuszvonalzóval

Lényeges dolognak tartom ebben a részben a méréshez szükséges eszközök bemutatását. Részletes jellemzést kaptak a diákok a mérőcsapról, a szinuszvonalzóról és a mérőgolyóról.

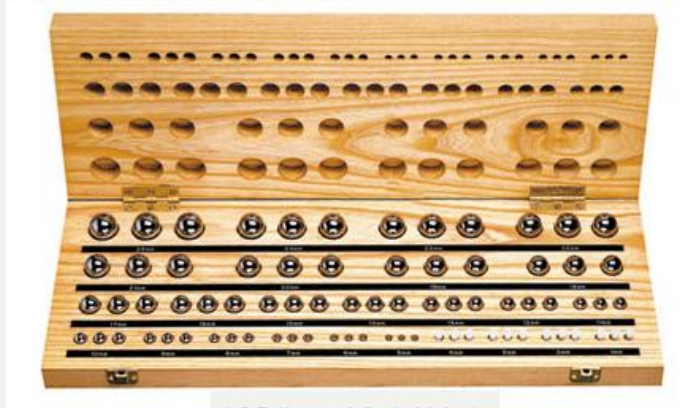
Ha az eszközöknek a tulajdonságait nem ismerik, akkor a mérés nem lesz hiteles, mivel nem tudják kiválasztani a megfelelő eszközt, illetve magát a mérés menetét sem értik meg.

Az eszközök kialakítását, szerkezeti felépítését képek segítségével mutattam be. Például a mérőgolyó-készletet.

Belső kúp mérése mérőgolyókkal:

Két, egymástól eltérő pontos és ismert átmérőjű acélgolyót egymás után óvatosan a mérendő kúpos furatba helyezünk. Közben megmérjük mélységmérővel a golyók l_1 és l_2 távolságát a kúpos furat homlokfelületétől.

A mérőgolyót a kúp átmérőjének függvényében választjuk meg, úgy hogy egymástól meghatározott távolságra két átmérőt mérünk.



1.6.7 ábra: mérőgolyó-készlet

16. ábra Mérőgolyó-készlet

3.7 Felületi érdesség mérése

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- érdesség,
- átlagos érdesség,
- érdességi mérőszám,
- egyenetlenség magassága,
- alapvonal,
- alaphossz.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a felületi érdesség méréséhez tartozó fogalmak megismerése és mérés mentének elsajátítása.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- felsorolásból ki tudja választani, hogy az adott definíció melyik érdességi fogalomra utal,
- felületi érdesség mérésével kapcsolatos állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak.

Ennél a leckénél az alapfogalmak részletes magyarázatával kezdtem, ezek ismerete nélkülözhetetlen ahhoz, hogy a mérés lényegét megértsék.

Készítettem egy videót, korszerű felületi érdesség mérést mutat be egy villamos elven működő géppel. Manapság már ezt a módszert alkalmazzák a pontos mérés érdekében, a készülék számítja ki az értékeket, és különböző diagramok rajzolására és azok kiértékelésére is képes.

3.8 Modulzáró feladatsor

A modulzáró feladatoknál az volt a célom, hogy egy olyan feladatsort hozzak létre, amelynek a helyes megválaszolásához az összes lecke ismerete szükséges, és mivel ez a fejezet az eszközök helyes használatát írja le, ezért úgy döntöttem, hogy még több gyakorlati feladatot készítek a diákok számára.

 **6. feladat**

Jelölje be azokat az állításokat, amelyek a mikrométerre és a tolómérőre egyaránt igazak!

☐ Külső átmérő mérésére alkalmas

Mutassa a visszajelzést

☐ A csavarszár milliméteres beosztású skáláján leolvashatók az egész és fél milliméterek.

Mutassa a visszajelzést

A belső méret mérésre szolgáló mérőpofát karcolásra, előrajzolásra használni tilos.

☐ Rossz válasz.

Mutassa a visszajelzést

☐ A mérőpofát enyhe nyomással és a megfelelő távolságra szétnyitva kell a munkadarabra rátolni.

Mutassa a visszajelzést

☐ Menetméret meghatározására is alkalmas

Mutassa a visszajelzést

17. ábra Modulzáró feladat

 **8. feladat**

Jelölje be, hogy a 125,955 mm méretet melyik mérőhasáb-kombinációból lehet összeállítani a legegyszerűbben!

A mérőhasábok által megtestesített méretek:

- 1 mm
- 1,001-től 1,009-ig -ezredes lépésközzel
- 1,01-től 1,09-ig -százados lépésközzel
- 1,1-től 1,9-ig -tizedes lépésközzel
- 2-től 25-ig milliméterenként, valamint 50-es, 75-ös és 100-as

☐ 0,005mm+1,5mm+1,9mm+3mm+20mm+75mm+35mm

☐ 1,005mm+1,5mm+1,9mm+3mm+20mm+100mm

☐ 0,005mm+1,05mm+1,9mm+3mm+20mm+100mm

18. ábra Modulzáró feladat

2. modul: Anyagvizsgálatok

3.9 Anyagvizsgáló eljárások csoportosítása

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- anyagvizsgálat,
- kémiai vizsgálat,
- fémtani vizsgálat,
- fizikai vizsgálat,
- technológiai vizsgálat,
- szilárdsági vizsgálat,
- roncsolásmentes anyagvizsgálat,
- roncsolásos anyagvizsgálat.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja az anyagvizsgálatok különböző csoportosítási módjainak a megismerése.

Követelmények:

A tananyagot a tanuló akkor sajátította el megfelelően ha,

- az anyagvizsgálati eljárásokkal kapcsolatos állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak,
- párosítani tudja egymáshoz a roncsolásmentes anyagvizsgálat és a roncsolásos anyagvizsgálat fogalmát és azok definícióját.

A leckéből azt a kiegészítő részt szeretném kiemelni, amelyben felsoroltam a három alapvető anyagcsoport tulajdonságait. Azért kiegészítő részként, mert anyagismeret órán tanulják, viszont úgy gondolom, hogy ennél a modulnál a tulajdonságok átismétlése fontos.

Fémek, fémes anyagok:	Színfémek (alumínium, réz) és a fémes ötvözetek (acél bronz). A színfémek jellemzően egyetlen alkotót(egyetlen fémtermészetű anyagot) tartalmaznak, míg a fémes ötvözetek alatt azokat az anyagokat értjük, amelyek alap alkotóelemét valamely fém jelenti, de más anyagok is (pl.: nem-fémes, gáz anyagok) lehetnek az alkotók között. A fémes anyagok nagy szilárdsággal és valamilyen mértékű alakíthatósággal rendelkeznek. Fémes anyagok két nagy csoportja: vas-alapú ötvözetek, amely fő alkotóeleme a vas (acél, öntöttvas) és nem-vas fémek (alumínium, réz, titán). A fémes anyagok a mérnöki szerkezetek, berendezések legszélesebb körben és legnagyobb mennyiségben alkalmazott anyagai.
Polimerek, műanyagok:	<u>Eredetük szerint:</u> természetes polimerek és a mesterséges úton előállított polimerek (műanyagok). <u>Viselkedésük szerint:</u> hőre lágyuló és hőre keményedő műanyagok és elasztomerek, amelyek lehetnek hőre lágyuló és hőre keményedő műanyagok. Mérnöki célú felhasználásuk rendkívül széleskörű: fogaskerek, kötőelemek, csővezetési szerelvények, orvosi műszerek.
Kerámiák:	Kémiaiilag kötött fémes és nemfémes elemeket tartalmazó szervesetlen anyagok. Kiváló mechanikai és hőtechnikai tulajdonságok mellett a korrózióállóságuk és mágneses tulajdonságuk miatt széles körben alkalmazzák. A kerámia anyagok különösen fényes karriert futottak be a különféle csúcstechnológia (high-tech) és autóipar (nagy hőterhelésű, turbófeltöltéses dízelmotorok egyes alkatrészeit teljes egészében kerámia anyagból készítik) alkalmazásában. Különösen látványos a kerámia anyagok alkalmazásának növekedése a repülőgép iparban és az űrtechnikában.

2.1 táblázat: Anyagok tulajdonságai

19. ábra Anyagok tulajdonságai táblázat

3.10 Roncsolásos anyagvizsgálatok: Keménységmérés

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- keménység,
- keménységmérés.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a keménységméréssel kapcsolatos fogalmak elsajátítása.

Követelmények:

A tanuló a tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- felsorolásból ki tudja választani a keménység fogalmát.

Ennél a leckénél egy kérdéssel kezdtem, motivációként is szolgál, figyelemfelkeltésre is jó, de a legfőbb célom az volt vele, hogy a diákok lássák azt, hogy a méréseknek miért van fontos szerepük az életben.

**Keménységmérés**

Miért fontos a keménységmérés?



2.2.1 ábra: Tank

Pl. egy tank esetében, fontos tudnunk, hogy az anyag, amiből készül, mekkora erőnek tud ellenállni.

20. ábra A keménységmérés bevezetése

3.11 Brinell keménységmérés

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- terhelőerő,
- gömbsüveg,
- keménység,
- terhelési tényező.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

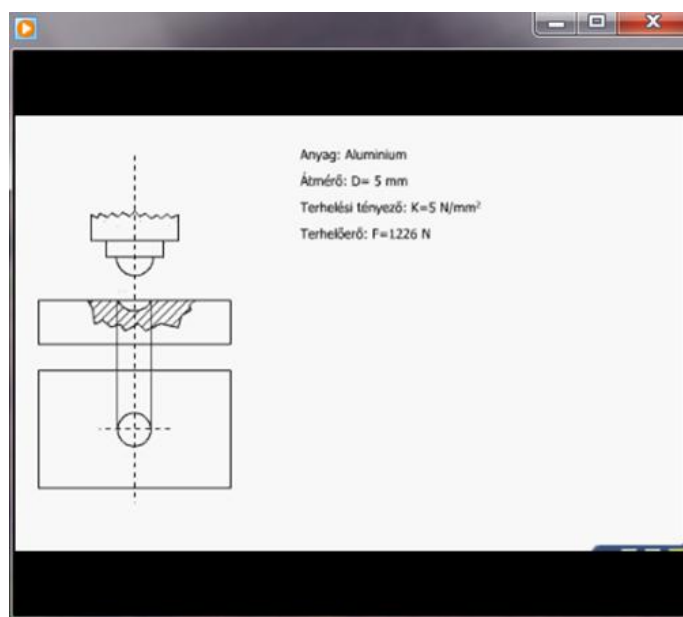
A lecke célja, hogy a tanuló Brinell keménységmérés elvégzéséhez szükséges elméleti ismereteket elsajátítsa.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- Brinell keménységméréssel kapcsolatos állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak,
- saját szavaival el tudja mondani a mérés mentetét,
- saját szavaival el tudja mondani a golyóátmérő kiválasztásának menetét,
- saját szavaival el tudja mondani a terhelőerő kiválasztásának menetét,
- fel tudja sorolni a vizsgálandó felülettel szembeni követelményeket,
- fel tudja sorolni a vizsgálattal szembeni követelményeket, korlátokat,
- fel tudja sorolni a mérés során betartandó szabályokat.

Ennek a leckének fontos követelménye, hogy a tanuló saját szavaival el tudja mondani a mérés mentét. Lényeges az, hogy saját szavaival, tehát értse is az anyagrészt, ebben segít az animáció, mivel a tanulóban megfogalmazódik a mérés menete, így nem az adott szövegre hivatkozik, hanem a vizuális élmény alapján adja elő.



21. ábra Brinell keménységmérés animációjának részlete

A lecke végén bemutatok egy korszerű Brinell keménységmérő berendezést, ami Vickers keménységmérésre is alkalmas. Ez utóbbi mérés esetén az acélgolyó helyett egy gyémántgúlat kell behelyezni. Fontosnak tartom, hogy ilyet is lássanak a tanulók, a munkahelyeken

nagyrészt már ezt alkalmazzák. Mivel ezek a gépek kijelzővel és kamerával ellátott készülékek, a keménységi mérőszámot a gép számolja ki, így a hiba lehetősége minimálisra csökken.



22. ábra Brinell keménységmérő gép

3.12 Vickers-eljárás

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- terhelőerő,
- átló,
- átlag,
- felület.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

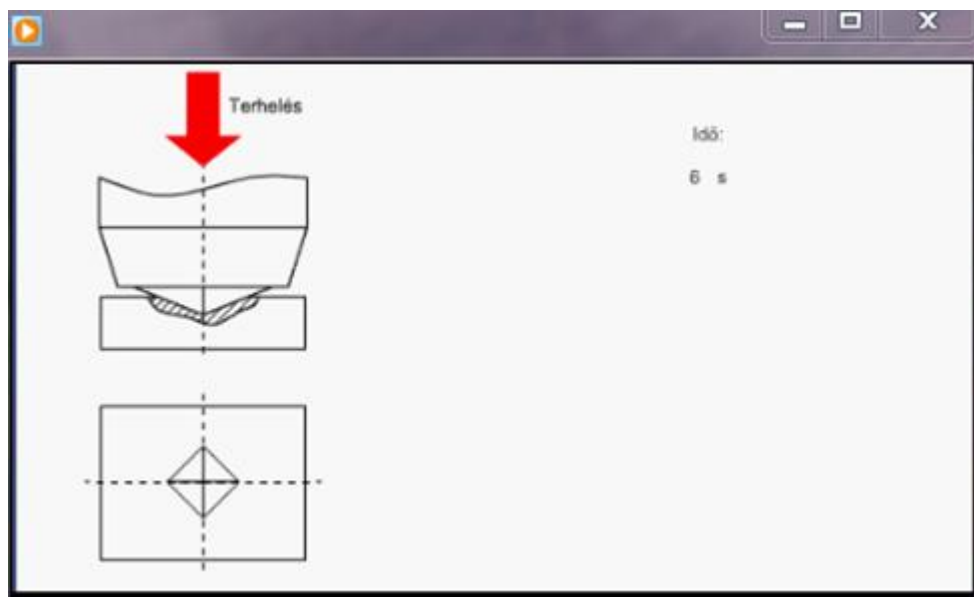
A lecke célja a Vickers keménységmérés elvégzéséhez szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- Vickers keménységméréssel kapcsolatos állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak,
- saját szavaival el tudja mondani a mérés menetét,
- fel tudja sorolni a vizsgálat során betartandó szabályokat.

A Brinell keménységmérésnél leírt indok és módszer alapján a könnyebb elsajátítás érdekében itt is animációt alkalmaztam. Amit fontosnak tartok az animációkkal kapcsolatban, hogy a diákok a mérés menetét bármikor megnézhetik, így jobban tudják memorizálni, míg lehet, hogy órán csak egy mérésre van idő.



23. ábra Vickers-eljárás részlete

Az elméleti részt összefoglalva készítettem egy felelet-választásos feladatot, ahol a hamis állításokat kell bejelölni, így a diák visszajelzést kap arról, hogy az elméleti részt mennyire sajátította el.



1. feladat

Jelölje be a HAMIS állításokat!

- ☐ Vickers keménységmérés során 145° csúcsszögű négyzet alapú gyémánt gúlát nyomunk F terheléssel a próbadarab felületére
- ☐ azzal, hogy a Vickers-eljárás során golyó helyett négyzet alapú gúlát alkalmazunk a mérési eredmények terhelőerőtől való függősége csökken
- ☐ a vizsgálatot sima és egyenletesen sík, oxidoktól és idegen anyagtól - különösen kenőanyagoktól - mentes felületen kell végezni, hacsak a termékszabvány másképp nem rendelkezik
- ☐ a Vickers keménység mértékegység nélküli érték
- ☐ a Vickers-eljárás a legkeményebb anyagok vizsgálatára is alkalmas
- ☐ a Vickers keménység jele: HB

Mutassa a visszajelzést

24. ábra Felelet-választós feladat a Vickers keménységméréshez

3.13 Rockwell-eljárás

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- terhelőerő,
- előterhelés,
- főterhelés,
- átlag,
- felület.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a Rockwell keménységmérés elvégzéséhez szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

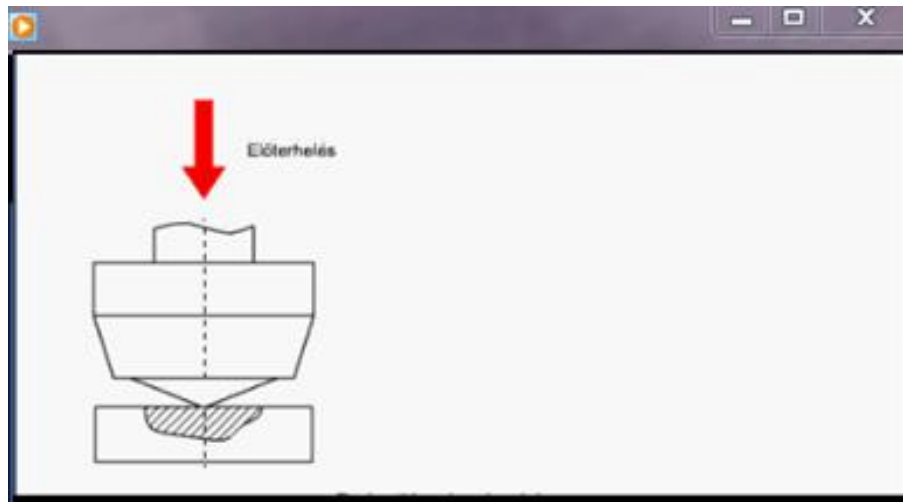
Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- Rockwell keménységméréssel kapcsolatos állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak,

- saját szavaival el tudja mondani a mérés menetét.

Úgy gondolom, hogy a Rockwell-eljárásnál indokoltabb az animáció, mint az előbb tárgyalt két keménységmérés esetén, mivel itt különböző terhelések szükségesek a mérés elvégzéséhez, és ezt az animáció jól illusztrálja.



25. ábra Rockwell keménységmérés részlete

3.14 Poldi keménységmérés

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalomnak kell szerepelni:

- etalon.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

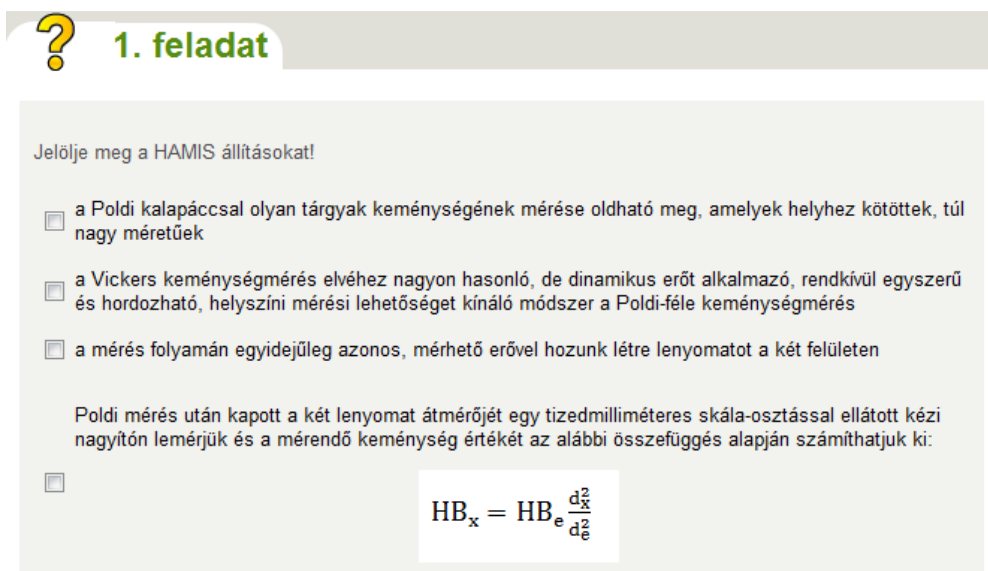
A lecke célja a Poldi-féle keménységmérés elvégzéséhez szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- a Poldi keménységméréssel kapcsolatos állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak,
- saját szavaival el tudja mondani a mérés menetét.

Szeretném kiemelni azt a követelményt, ami a Poldi vizsgálat elméleti részére vonatkozik, hogy a méréssel kapcsolatos állításokról el tudja dönteni a tanuló, hogy azok igazak vagy hamisak. Készítettem egy felelet-választós feladatot, ez a legegyszerűbb formája az ilyen követelmények számonkérésének.



? 1. feladat

Jelölje meg a HAMIS állításokat!

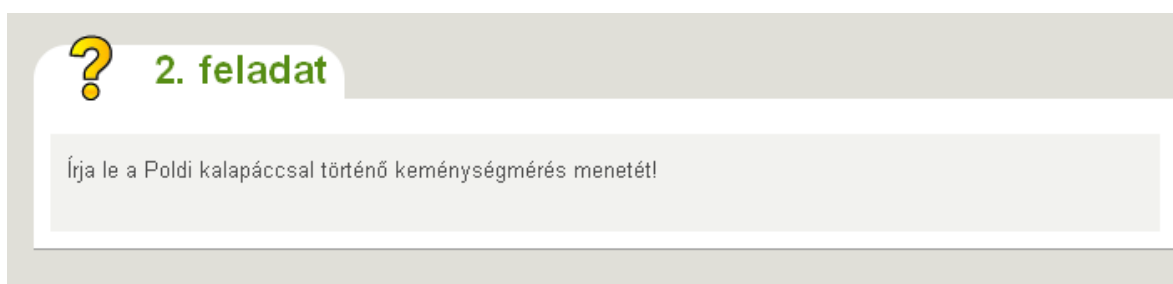
- ☐ a Poldi kalapáccsal olyan tárgyak keménységének mérése oldható meg, amelyek helyhez kötöttek, túl nagy méretűek
- ☐ a Vickers keménységmérés elvéhez nagyon hasonló, de dinamikus erőt alkalmazó, rendkívül egyszerű és hordozható, helyszíni mérési lehetőséget kínáló módszer a Poldi-féle keménységmérés
- ☐ a mérés folyamán egyidejűleg azonos, mérhető erővel hozunk létre lenyomatot a két felületen

Poldi mérés után kapott a két lenyomat átmérőjét egy tizedmilliméteres skála-osztással ellátott kézi nagyítón lemérjük és a mérendő keménység értékét az alábbi összefüggés alapján számíthatjuk ki:

$$HB_x = HB_e \frac{d_x^2}{d_e^2}$$

26. ábra Feladat a Poldi keménységvizsgálat elméleti részéhez

Említettem a dolgozatom elején, hogy nyílt végű ellenőrző kérdéseket is alkalmaztam a tananyag teljes lefedése érdekében.



? 2. feladat

Írja le a Poldi kalapáccsal történő keménységmérés menetét!

27. ábra Példa nyílt végű kérdésre a Poldi keménységmérésnél

3.15 Roncsolásos anyagvizsgálat: Charpy-féle ütővizsgálat

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- próbatest,
- ütőmunka,

- fajlagos ütőmunka.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja, a Charpy-féle ütővizsgálathoz szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

Követelmények:

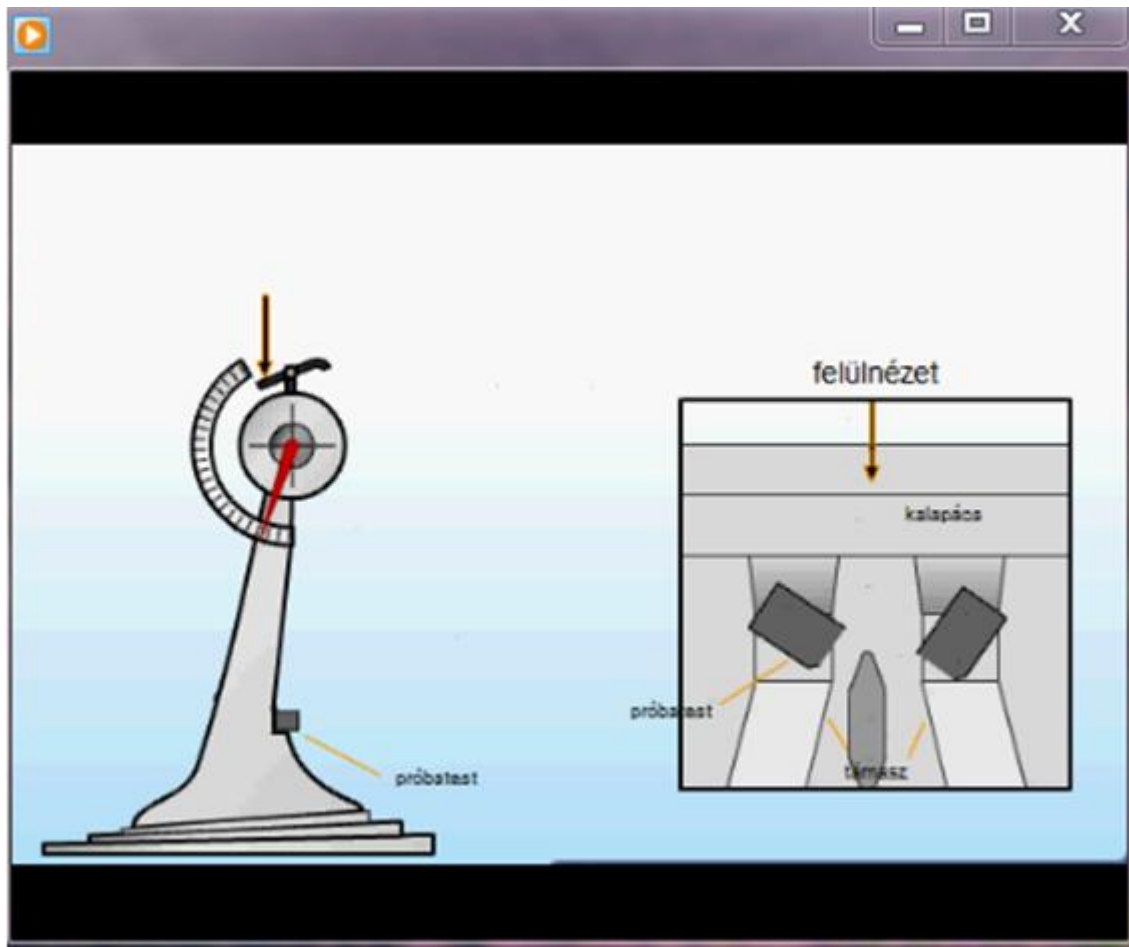
A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- Charpy-féle ütővizsgálattal kapcsolatos állításokról el tudja dönteni, hogy azok igazak vagy hamisak,
- saját szavaival el tudja mondani a mérés menetét.

Ennél az anyagrésznél az animációt és a videót szeretném kiemelni. A videó azt mutatja be, ahogy az inga a próbatestet elszakítja, ez inkább csak érdekesség. Az animáció pedig, ami felülnézetben is mutatja az ütést, nagyon szemléletes.



28. ábra Részlet a Charpy ütőmunka mérésének bemutatásából



29. ábra Charpy ütővizsgálat animációjának részlete

3.16 Roncsolásos anyagvizsgálatok: Szakítóvizsgálat

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- folyáshatár,
- felső folyáshatár,
- alsó folyáshatár,
- keresztmetszet,
- szakítószilárdság,
- rugalmassági modulus,
- szakadási nyúlás,
- kontrakció,
- eredeti jeltávolság,
- végső jeltávolság,
- szakítás előtti keresztmetszet.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a szakítóvizsgálathoz szükséges elméleti ismeretek elsajátítása.

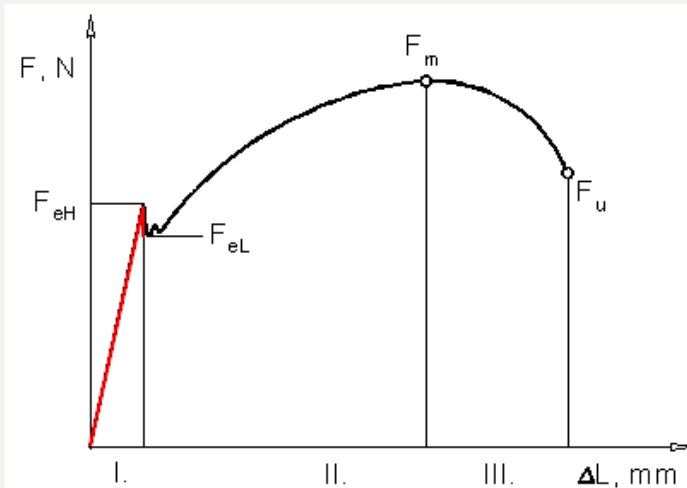
Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

- ábra alapján és számozás segítségével a felsorolásból ki tudja választani a próbatest fő részeit és azok megnevezését,
- ábra alapján párosítani tudja egymáshoz a szakítódiagram fő részeit és azok megnevezését,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy a szakítódiagram adott részén milyen folyamat megy végbe,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy a leírt folyamatok a szakítódiagram mely szakaszára jellemzőek,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy a megadott képlet melyik szilárdsági anyagjellemzőre vonatkozik,
- ábra segítségével a felsoroltak közül ki tudja választani, hogy a próbatest által mutatott alakváltozás melyik szakaszban történik,
- saját szavaival el tudja mondani a szakító vizsgálat menetét,
- le tudja rajzolni a szakítódiagramot és be tudja jelölni a szakaszokat,
- el tudja mondani az egyes szakaszok nevét és azok fő jellemzőit képletekkel jelölésekkel együtt,
- fel tudja sorolni a szilárdsági anyagjellemzőket és azok számítási módját képletekkel, jelölésekkel, mértékegységekkel együtt.

Ennél az anyagnál minden egyes magyarázatot egy ábra kísér, és az ábrákon jól látható színnel jelöltem a magyarázatban szereplő részeket, hogy az épp tárgyalt fogalom még érthetőbb legyen a tanulók számára.

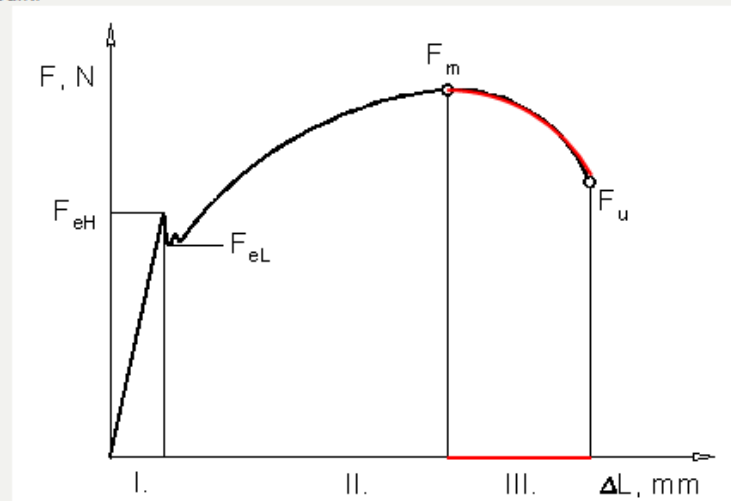
I. szakasz: Rugalmas alakváltozás szakasza: Az alakváltozás és a feszültség lineáris összefüggésben van: $\sigma = E \times \varepsilon$, ahol σ -feszültség, E - rugalmassági modulus, ε -alakváltozás



30. ábra Szakítódiagram jelölésekkel

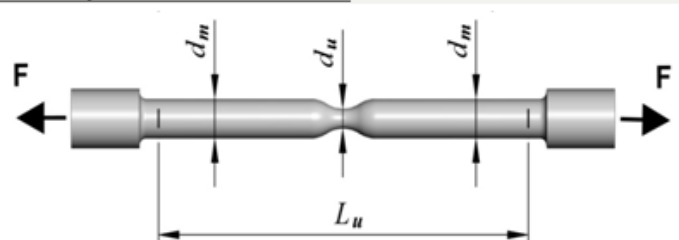
Egy tankönyvben sem láttam azt, hogy a szakítódiagramon a szakaszoknál mutatták volna a próbatest alakváltozását, én ezt próbáltam megvalósítani a segédanyagban.

III. szakasz: Kontrakciós szakasz: a próbatest alakváltozása egy meghatározott részre korlátozódik.



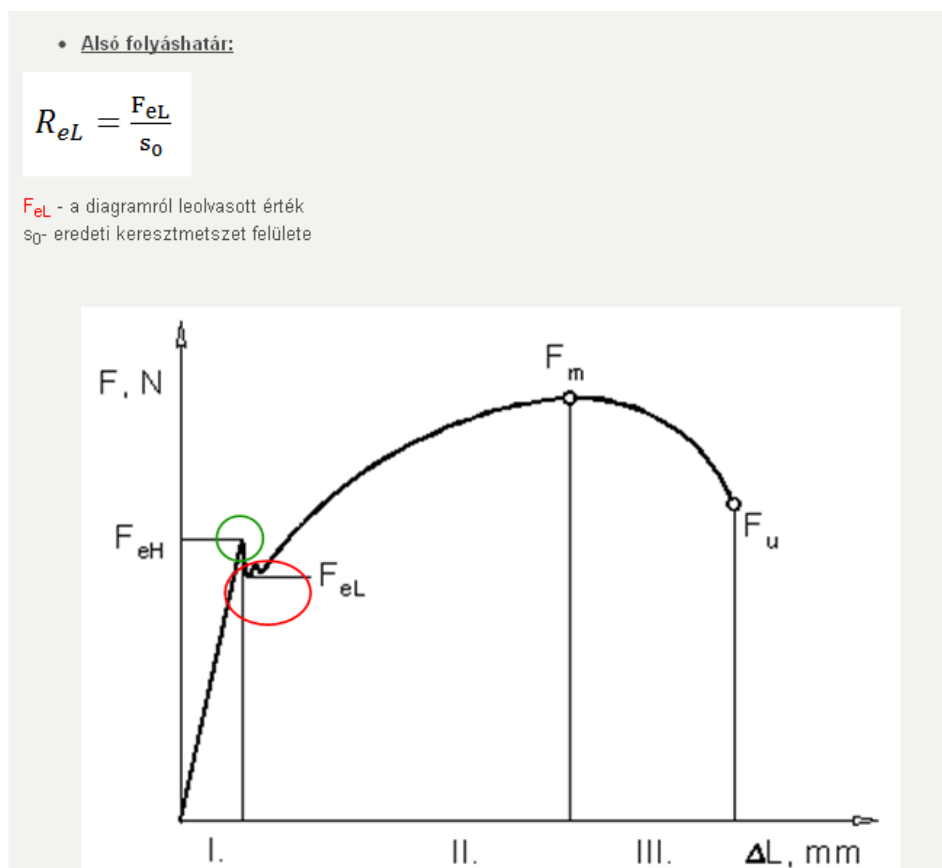
2.4.11 ábra: szakítódiagram III. szakasz

A III. szakaszban a próbatest alakváltozása:



31. ábra Próbatest alakváltozása a diagram függvényében

A szakítóvizsgálatnál különösen nagy figyelmet fordítottam a képletek részletes értelmezésére. Ennek fő oka az volt, hogy ebben a leckében a diagramról is kell értékeket leolvasni. Úgy oldottam meg, hogy különböző színeket alkalmaztam, és a színek használatával jelöltem a diagramon azt az értéket, aminek leolvasása nélkülözhetetlen a számolás menetéhez.

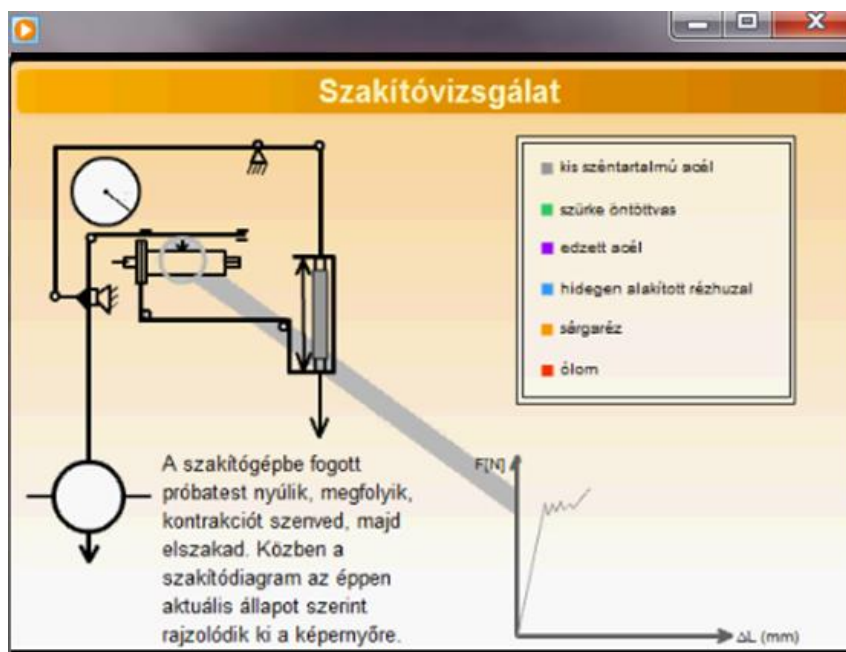


32. ábra Jelölések a szakítódiagramon

Két egyszerű animációt alkalmaztam a mérés menetének ismertetésére. Az első a próbatest alakváltozását mutatja be, a másik pedig a diagram rajzolását a megnyúlás függvényében. Úgy gondolom, hogy ezek az animációk azért is lényegesek és azért is nyújt többet ez a jegyzet, mint egy tankönyv, mert a mérés menetét a diák többször is megnézheti, míg a tanórán csak pár alkalom áll a rendelkezésükre.



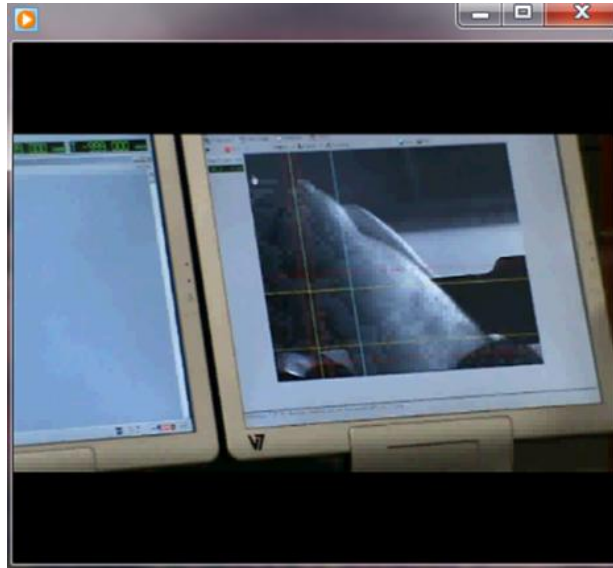
33. ábra Szakítóvizsgálat menetének részlete



34. ábra Szakítóvizsgálat menetének részlete II

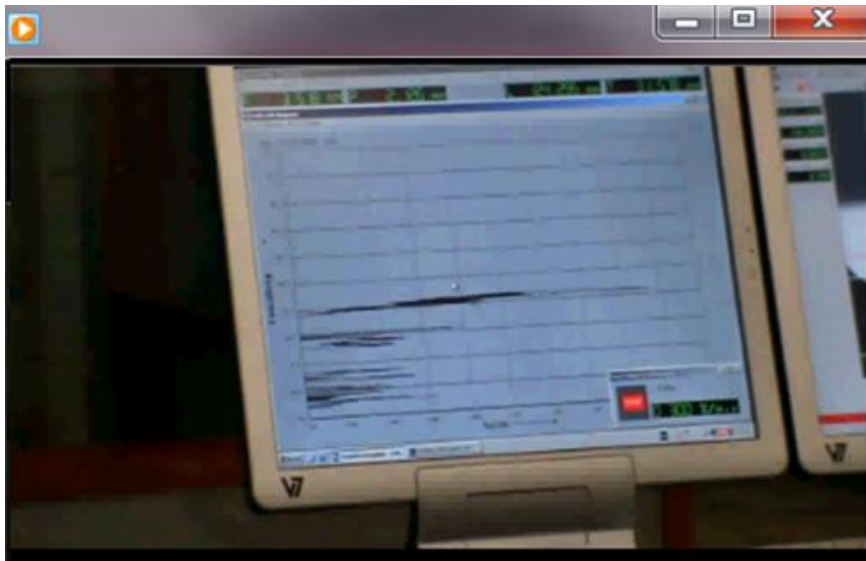
Fontosnak tartom, hogy olyan szakítógépet is bemutassak, ami nem minden iskolában található meg, viszont a munkahelyeken már ezt alkalmazzák, a mérés pontossága, a vizsgálat egyszerűbbé tétele érdekében.

Különböző videókkal gazdagítottam ezt a részt, az első felvétel azt mutatja, hogy a kamera segítségével pontosan be tudjuk állítani a próbatest helyét a két pofa közé, hogy annak a megnyúlása a lehető legszabályosabb legyen.

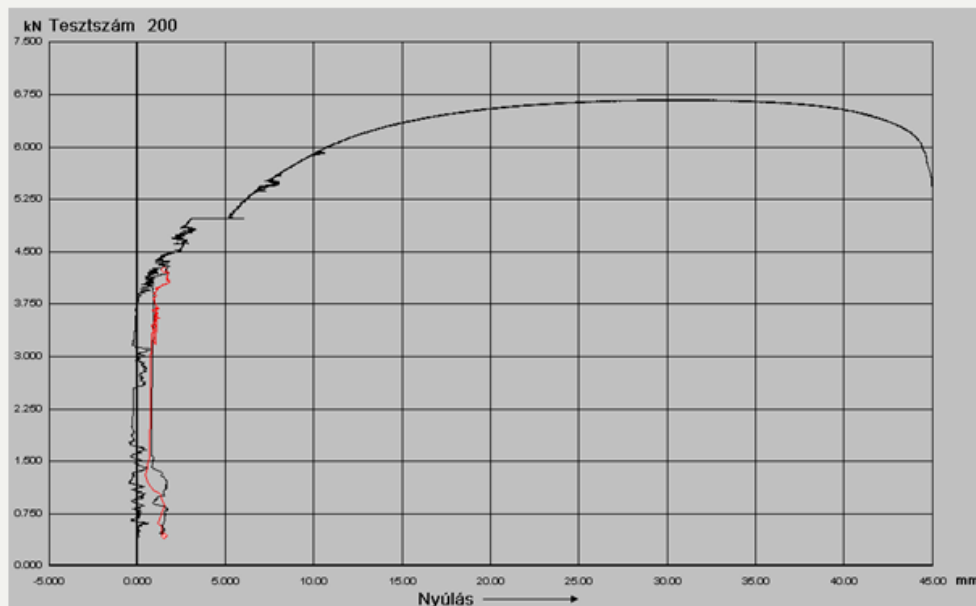


35. ábra Próbatétel behelyezésének részlete

A második videón a szakítógép által rajzolt szakítódiagram látható, sokkal pontosabb, mint a régi gépek által milliméterpapírra rajzolt diagramok.



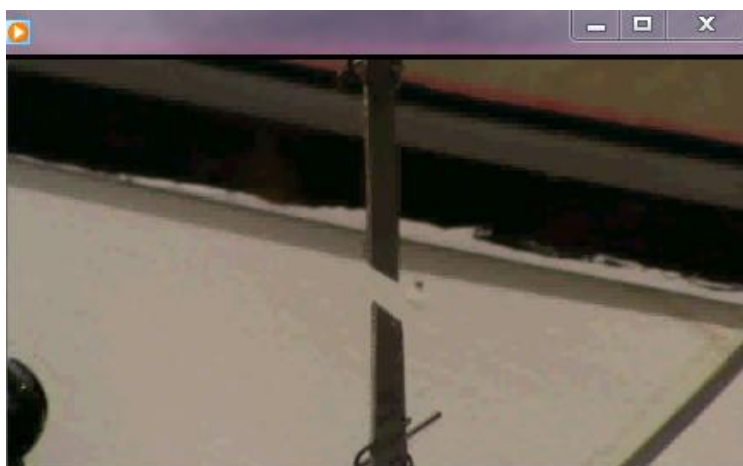
36. ábra Szakítódiagram rajzolásának részlete



2.4.17 ábra: korszerű szakítógéppel készült mérés diagramja

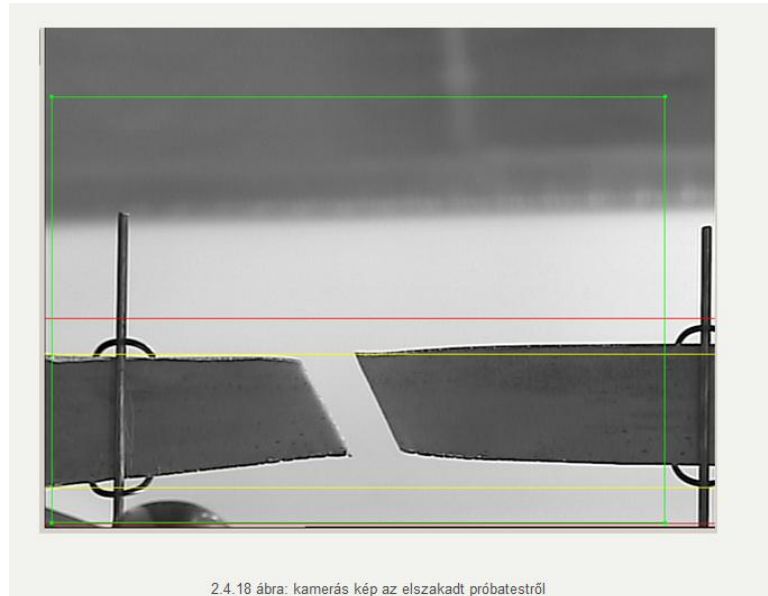
37. ábra A szakítógép által rajzolt szakítódiagram

Ezen a videón jól megfigyelhető a próbatest alakváltozása, mikor eléri a harmadik szakaszt, és a keresztmetszet-csökkenés egy helyre korlátozódik, majd a végén elszakad. Ez is egy olyan plusz dolog, amit tankönyvekből a diákok nem láthatnak, és órán is csak egyszeri élmény, viszont az elektronikus jegyzetben megnézhetik, elemezhetik.



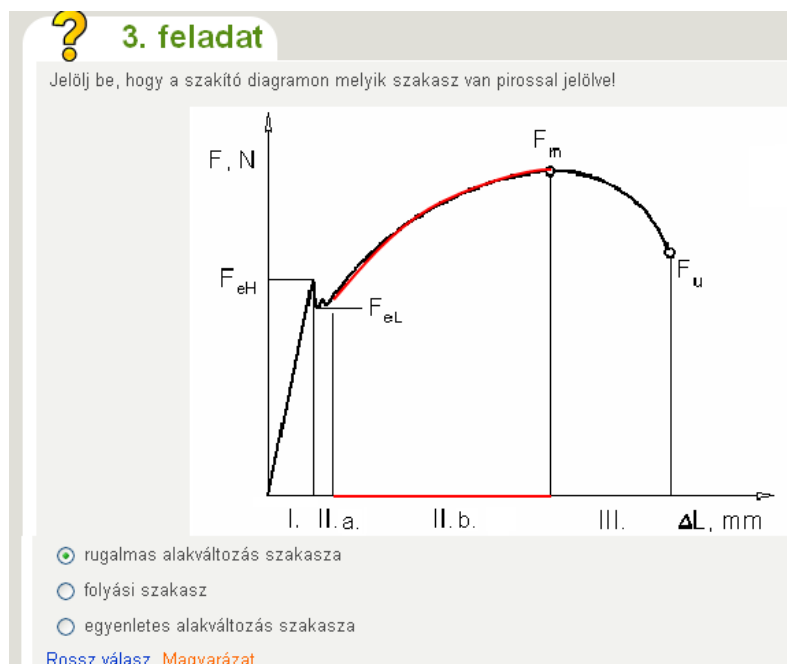
38. ábra Részlet a próbatest szakadását bemutató videóból

Érdekességgként tettem a tananyaghoz ezt a képet, amelyen az elszakított próbatest esetén látható a szakadás környezetében a keresztmetszet csökkenés. Nem találtam egyik tankönyvben sem ilyen éles és pontos képet egy elszakadt próbatestről.



39. ábra Elszakadt próbatest kamerás képe

Amennyiben a tanuló az ellenőrző kérdésre rossz választ ad, a „Magyarázat” felíratra kattintva segítséget kap a helyes válasz megadásához.



40. ábra Magyarázat bemutatása

3.17 Roncsolásmentes anyagvizsgálatok

A tananyag fogalmi elemzése:

A témában a következő kulcsfogalmaknak kell szerepelni:

- roncsolásmentes anyagvizsgálat
- röntgen,
- ultrahang,
- frekvencia,
- mágneses tér,
- erővonal,
- oszcilloszkóp,
- határfelület,
- sebesség.

Kompetencián alapuló célok követelmények megfogalmazása:

A lecke célja a roncsolásmentes anyagvizsgálatokkal kapcsolatos elméleti ismeretek elsajátítása.

Követelmények:

A tananyagot akkor sajátította el megfelelően ha,

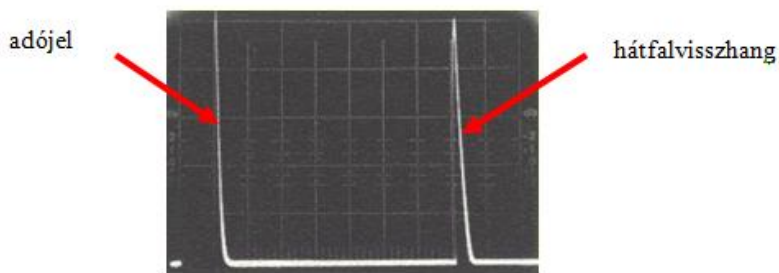
- felsorolásból ki tudja választani melyik vizsgálat alkalmas a belső anyaghibák kimutatására,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy melyik állítás igaz a folyadékbehatolásos anyagvizsgálatra,
- sorrendbe tudja állítani a folyadékbehatolásos anyagvizsgálat lépéseit,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy melyik hibák mutathatók ki mágneses repedésvizsgálattal,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy melyik vizsgálatok alkalmasak a felületi hibák kimutatására,
- felsorolásból ki tudja választani, hogy az átsugárzásos és az impulzus visszhang módszer melyik vizsgálat módszere,
- ábra alapján el tudja dönteni, hogy az melyik vizsgálatot ábrázolja.

Ebben a leckében a roncsolásmentes anyagvizsgálatok két fő fajtáját és a két fő fajtához tartozó különböző típusú vizsgálatokat részletezem. Rajzokkal, ábrákkal próbáltam érthetőbbé tenni a tananyagot.

1. Impulzus visszhang módszer:

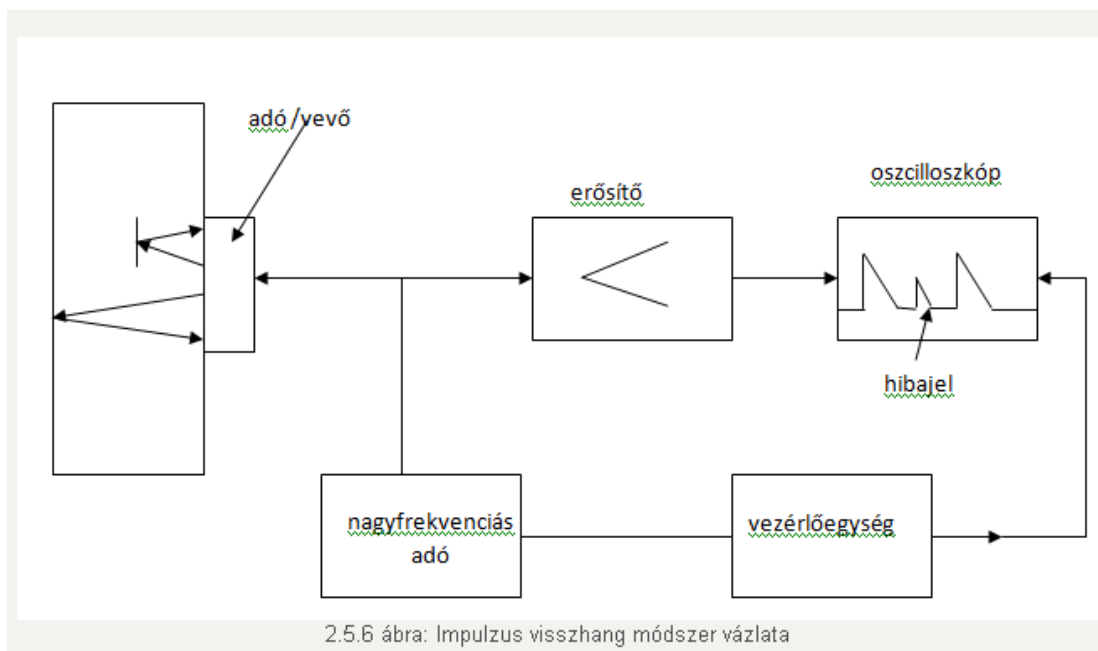
Elve: Az ultrahang terjedési sebessége az anyagban állandó, az oszcilloszkóp etalon darabbal való kalibrálása után a darab vastagsága és ha hibán van, annak helye meghatározható, a monitorról leolvasható.

Hibátlan darab oszcilloszkópos képe:



2.5.4 ábra: Hibátlan darab oszcilloszkópos képe

41. ábra Az impulzus visszhang módszernél a hibátlan darab képe



2.5.6 ábra: Impulzus visszhang módszer vázlata

42. ábra Impulzus visszhang módszer elvi vázlata

Ezt a leckét is ellenőrző kérdésekkel zártam.



3. feladat

Állapítsa meg a folyadékbehatolásos vizsgálat helyes műveleti sorrendjét!

Felesleg eltávolítása: ☐

Előhívóanyag felvitele: ☐

Felület megtisztítása: ☐

Jelzőfolyadék felvitele: ☐

Hibakimutatás: ☐

Elküld

43. ábra Feladat roncsolásmentes anyagvizsgálatnál

3.18 Modulzáró feladatsor

Ennek a modulnak a végén is különböző feladatokkal tudják a diákok ellenőrizni a tudásukat. A feladatok megalkotásánál ugyanaz volt a fő szempont, mint az előző feladatoknál, hogy a komplex tudás ellenőrzését tegyék lehetővé.



7. feladat

Jelölje be az igaz állítást!

☐ Az ütőmunka a próbatest eltöréséhez szükséges energia.

Mutassa a visszajelzést

☐ A Brinell keménységmérésnél mérőórát alkalmazunk.

Mutassa a visszajelzést

☐ A Vickers eljárásnál gyémántgúlát alkalmazunk.

Mutassa a visszajelzést

44. ábra Modulzáró feladatsor

? 3. feladat

Egy vékony lemez keménységének mértékét szeretnénk megtudni. Jelölje be, hogy melyik vizsgálatot célszerű alkalmazni!

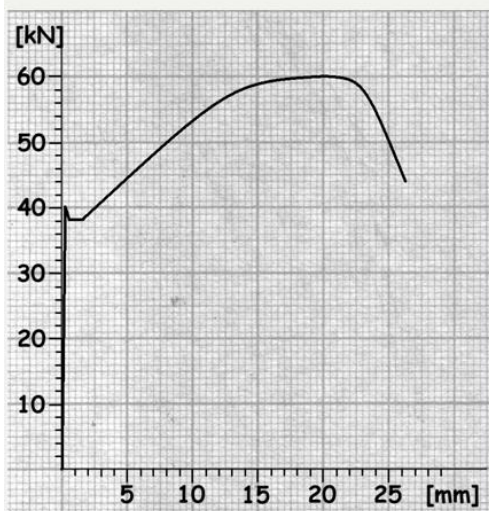
- ☐ Brinell
- ☐ Vickers
- ☐ Poldi

45. ábra Modulzáró feladat keménységmérésre

Készítettem a szakítóvizsgálatra egy olyan feladatot, ahol a diákoknak kell leolvasni az értékeket a diagramról és utána a kért értékeket ki kell számítaniuk, majd a helyes megoldásokat be kell írni a mezőkbe. A program ezeket a megoldásokat is kiértékeli.

? 16. feladat

5,5 mm vastag, 18,5 mm széles hosszú arányos próbatest szakításakor a mellékelt diagramot kaptuk. A szakadás után a próbatest vastagsága 4,2 mm, szélessége 13,3 mm volt a szakadás helyén. Számítsa ki a felső folyáshatár, alsó folyáshatár, a szakítószilárdság, a kontrakció, a kontrakciós feszültség értékét! Egész számra kerekítsen!



Felső folyáshatár: 393 MPa

Alsó folyáshatár: 373 MPa

Szakítószilárdság: 590 MPa

Kontrakció: 45 %

Kontrakciós feszültség: 788 MPa

Újraindítás

Mutassa a válaszokat

46. ábra Gyakorlati feladat szakítóvizsgálatra

4. A SEGÉDANYAG KIPRÓBÁLÁSA

Segédanyagomat a Lukács Sándor iskolában próbáltam ki, a Mérések című tantárgy keretein belül.

Mindenképp olyan tananyagrészen szerettem volna kipróbálni, ami egyszerű anyagrész, nem időigényes, könnyen elsajátítható, illetve, amit még nem tanultak. Így a mikrométerrel való mérés című leckét választottam.

A kipróbálás úgy történt, hogy az órát három részre osztottam.

Az első részben egy számítógépes terem állt a rendelkezésemre, ahol minden diák megkapta az elektronikus jegyzetet. A feladatuk az volt, hogy önállóan sajátítsák el az adott anyagrészt, és a lecke végén lévő kérdésekkel ellenőrizzék a tudásukat. Arra kértem őket, ha észrevételük, javaslatuk van az anyaggal kapcsolatban, vagy ha valami nem volt érthető, akkor azt írják le egy lapra, mert ez az én munkámat segíti.

A második részben a segédanyag használata nélkül kellett megoldani egy feladatlapot, ami számomra volt igazolás, hogy valóban megértették-e az anyagot.

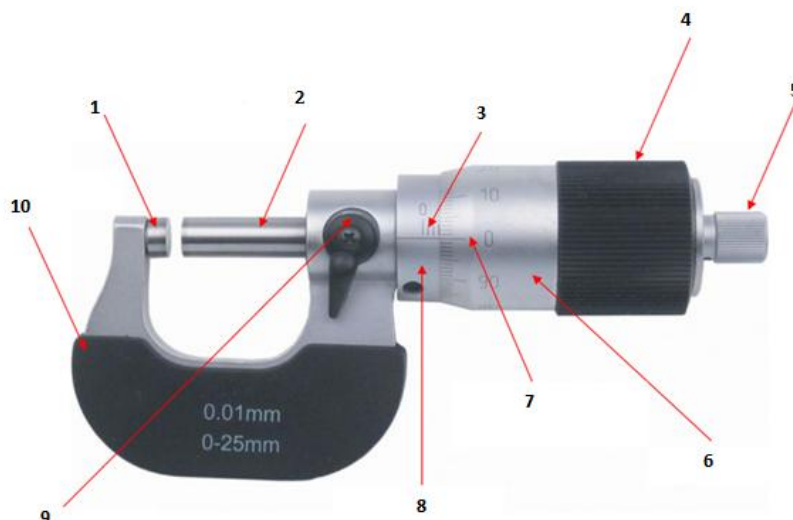
A harmadik rész arról szólt, hogy az elméleti tudásukat a gyakorlatban kellett alkalmazni, ezért egy gyakorlati feladatot kaptak, tengely átmérőjét kellett mikrométerrel megmérniük.

A feladatlap, amit a második részben kellett kitölteni

FELADATLAP

Mikrométer

1. feladat: Írja le a mikrométer részeit a számozásnak megfelelően! Írja a megnevezéseket a vonalakra!



- | | |
|---------|----------|
| 1 | 6 |
| 2 | 7 |
| 3 | 8 |
| 4 | 9 |
| 5 | 10 |

2. feladat: Egészítse ki helyesen a mondatot!

Mikrométer leolvasáskor a mérőhüvely egyenes osztásán leolvassuk azés.....mm-eket, a mérődob kúpos palástjáról pedig a.....mm-eket.

3. feladat: Döntse el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak! Húzza alá a megfelelő választ!

a. A mérés megkezdése előtt győződjünk meg a mérőfelületek tisztaságáról!	Igaz Hamis
b. A beállított, rögzített mikrométert nem szabad rátolni a munkadarabra!	Igaz Hamis
c. A pontos mérés és a mikrométer mérőorsójának kímélése végett a mérődobot mindig a mutatóujjunk és a hüvelykujjunk között forgassuk.	Igaz Hamis
d. A mérőhüvely egyenes osztásáról olvassuk le a század mm-eket.	Igaz Hamis
e. A mérődob kúpos palástjáról olvassuk le az egész és fél mm-eket.	Igaz Hamis
f. A század mm-eket elosztjuk az egész és fél mm-kel, hogy megkapjuk a mért értéket.	Igaz Hamis

4. feladat: Olvassa le a műszeren látható mért értéket és írja a pontozott vonalra!



A mért érték:



A mért érték:

5. A KIPRÓBÁLÁS TAPASZTALATAI

Az első részben - olvassák el a tananyagot, próbálják megjegyezni, és az ellenőrző kérdésekre válaszoljanak – az elméleti anyaggal nem volt probléma, hibátlanul oldották meg a feladatokat. Azt a visszajelzést kaptam tőlük, hogy számukra minden érthető volt, az ábrák és a magyarázatok sokat segítettek a leolvasás megértésében, viszont a leolvasási példák nem sikerültek, ahogy körbejártam és kérdezgettem őket, hogy hogyan olvasnák le a mikrométer által mutatott értéket, azt figyeltem meg, hogy az alsó skáláról a fél mm-ek leolvasása jelentette a legnagyobb gondot.

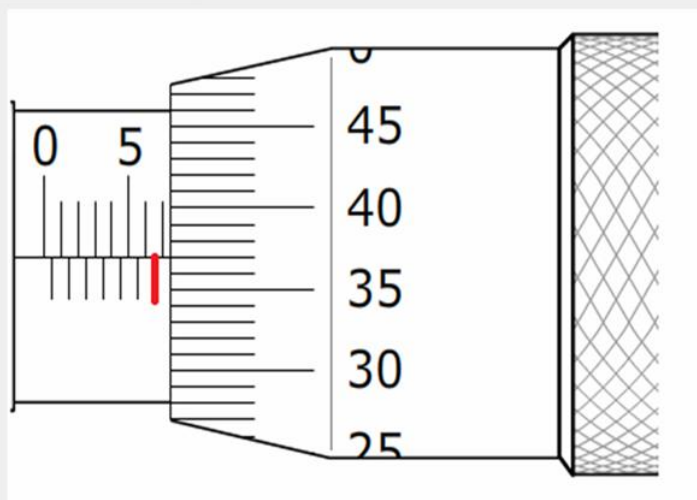
A második részben a dolgozatokat megírták, az elméleti részt tökéletesen elsajátították, de itt is fejtörést okozott a fél mm-ek leolvasása.

Ez a probléma a harmadik résznél jelent meg leginkább, mikor az elméleti tudást a gyakorlatban kellett kamatoztatni. Az összes tanulói kérdés szinte a már említett problémára vonatkozott.

A próba során felmerült hiba miatt a segédanyagomat kiegészítettem két ábrával és a hozzátartozó két magyarázattal, melyben részletesebben leírom a leolvasási módot, különösképp kiemelve a fél mm leolvasásának menetét.

Az első példát úgy állítottam össze, hogy a skála az egész mm-eket már elhagyta, viszont a fél mm-t még nem, ezt pirossal jelöltem a könnyebb megértés érdekében. A kép alatti szövegben olvasható a leolvasás menete.

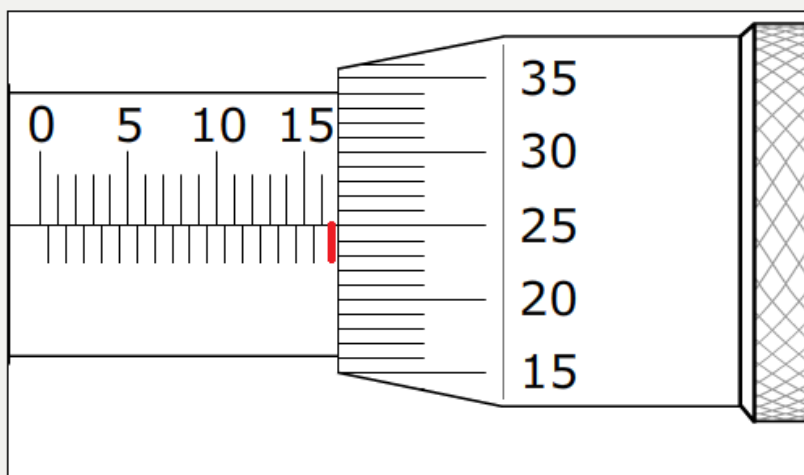
További leolvasási példák:



Ezen a példán jól látható, hogy a fő skála az 7mm-nél van, viszont a fél mm- t még nem hagyta el, ezért a melléskála által mutatott értéket - ami itt a 0,37 - ezt kell hozzáadni az egész mm-hez, tehát $7\text{ mm} + 0,37\text{ mm} = 7,37\text{ mm}$ a mikrométer által mutatott érték

47. ábra Leolvasási példa tolómérőre

Ezen az ábrán viszont a skála már az egész mm-eket és a fél mm-t is elhagyta, szintén pirossal jelöltem. Itt is, mint az előző példában a leolvasás menete a szöveges részben található.



Ennél a példánál az egész érték a 16mm, de jól látható, hogy a fél mm-t elhagyta már, így ezt is hozzá kell adni a az egész mm-hez és a melléskáláról leolvasott értéket a 0,25 mm-t is, tehát a méret a következőkből áll össze: $16\text{ mm} + 0,5\text{ mm} + 0,25\text{ mm} = 16,75\text{ mm}$

48. ábra Leolvasási példa tolómérőre II.

6. ÖSSZEGZÉS

Dolgozatom célja egy olyan interaktív elektronikus jegyzet készítése volt, ami önálló tanulásra illetve tanórai használatra egyaránt alkalmas.

Kutatásom helyszíne a Lukács Sándor Mechatronikai és Gépészeti Szakképző Iskola és Kollégium volt. Az itt található méréslaborban készítettem el a képeket és videókat, nagyon jól felszerelt és korszerű labor áll a diákok rendelkezésére.

Ez a jegyzet az Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések című modul egy részét dolgozta fel. A modul-rendszerű képzésnek köszönhetően ez a tananyag az összes olyan szakma tanításánál felhasználható, ahol ennek a modulnak a teljesítése szükséges.

A tananyagom összeállításánál nélkülözhetetlen volt a központi program tanulmányozása, illetve ehhez a modulhoz a gyakorlóiskola által létrehozott részletes órai tanmenet vizsgálata.

Az elektronikus formának köszönhetően olyan pluszt tud nyújtani ez a segédlet, ami a tankönyvhasználatnál lehetetlen,

- a követelmények és célok megfogalmazásával látják, hogy melyek a leckék azon részei, aminek a tudása nélkülözhetetlen
- animációk, képek, videók segítik a diákokat a megértésben
- részletes magyarázatokat tartalmaz, az ábrákon plusz jelölés segítik a könnyebb elsajátítást
- a leckék végén található ellenőrző kérdések pedig azonnali visszajelzést nyújtanak a diákoknak

További tervek:

Az elektronikus jegyzetem fejlesztésének lehetőségét abban látom, hogy további korszerű keménységmérő-és szakítóvizsgáló gépeket mutatnék be a diákoknak, a berendezések teljes körű vizsgálatával együtt.

Ez úgy valósítható meg, hogy olyan cégekkel venném fel a kapcsolatot, ahol ezek a vizsgálatok folynak, az általuk alkalmazott gépparkot bemutatnám, típusoktól függően, illetve ha lehetőségem adódik rá, akkor a cégek által végzett mérésekről jegyzőkönyvet készítenék.

Fontosnak tartom az életből vett példákat, egyrészt ezek jó motivációként szolgálnak, másrészt a diákok látják azt, hogy amit tanulnak az nem felesleges dolog, minden egyes mérésnek megvan a szerepe a mindennapi életben. Vannak olyan területek pl. az autógyártás, ahol a mérések által adott információk segítik a fejlesztést és azt, hogy az autók biztonságosabbak legyenek.

A másik fontos dolog, amit meg szeretnék valósítani, az a témakör bővítése, az egész modul tananyagát szeretném elektronikus jegyzetben elkészíteni.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. **Bendi Lajos:** Alapmérések I. Geometriai mérések
Dinasztia Kiadó-Ház Rt. Budapest, 2000
2. **Bendi Lajos:** Alapmérések II.
Dinasztia Kiadó-Ház Rt. Budapest, 2000
3. **Dr. Földes Zoltán- Dr. Vásárhelyi Zsuzsanna:** Oktatástechnológia
SZIF, Jegyzet, 1997
4. **Gillemot László:** Anyagszerkezetten és anyagvizsgálat
Nemzetközi Tankönyvkiadó, Budapest, 1997
5. **Harmath József:** Mérési gyakorlatok
Képzőművészeti Kiadó, Budapest, 1999
6. **Karlovitz János:** Korszerű oktatástechnológia
Eötvös J. Kvk, Budapest, 2003
7. **Kollár Imre:** Műszaki geometria
Akadémia Kiadó, Budapest, 2001
8. **Kovács Miklós:** A gyakorlati oktatás módszertana
SZE Kiadó, Győr, 2008
9. **Dr. Nagy Tamás:** Mérésmetodikai alapok
SZIF-Universitas Kft. Győr, 2001
10. **Prohászka János:** Fémek és ötvözetek mechanikai tulajdonsága
BME Kiadó, Budapest, 2001
11. **Simon László:** Fémipari alapképzés
Műszaki könyvkiadó, Budapest, 2005
12. **Dr. Solecki Levente:** Méréstechnika
SZE Kiadó, Győr, 2007
13. **Tisza Miklós:** Anyagvizsgálat
Miskolci Egyetem 2001
14. **Sulinet :** <http://www.sulinet.hu/tart/kat/S>
15. **Nemzetközi Szakképzési és Felnőttképzési Intézet:** <https://www.nive.hu/index.php>
16. **Wikipedia:** <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kezd%C5%91lap>