

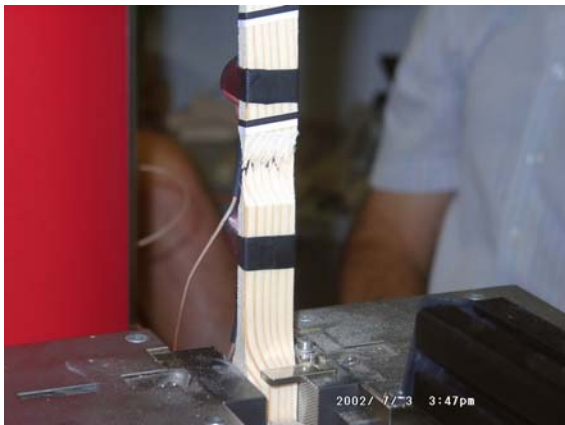
I. melléklet
A mérési körülmények szemléltetése képekben



A mérőrendszer kalibrálása a mérések kezdetén (ETH. Zürich)



A bevizsgálandó minták a klímaszekrényben



Szállkás törési kép húzás során



Próbatest tömegmérés kiszáritás előtt a vizsgálati nedvességtartalom megállapításához



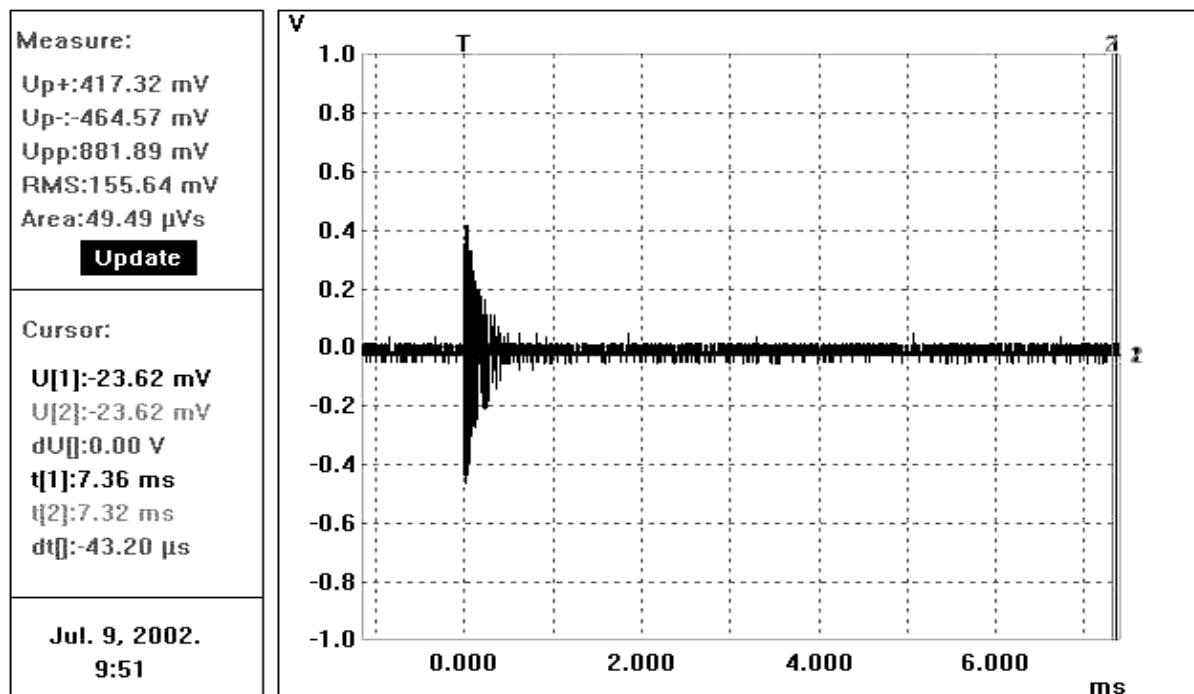
Az elektronmikroszkópos vizsgálatokhoz előkészített, bearanyozott törési felület minták



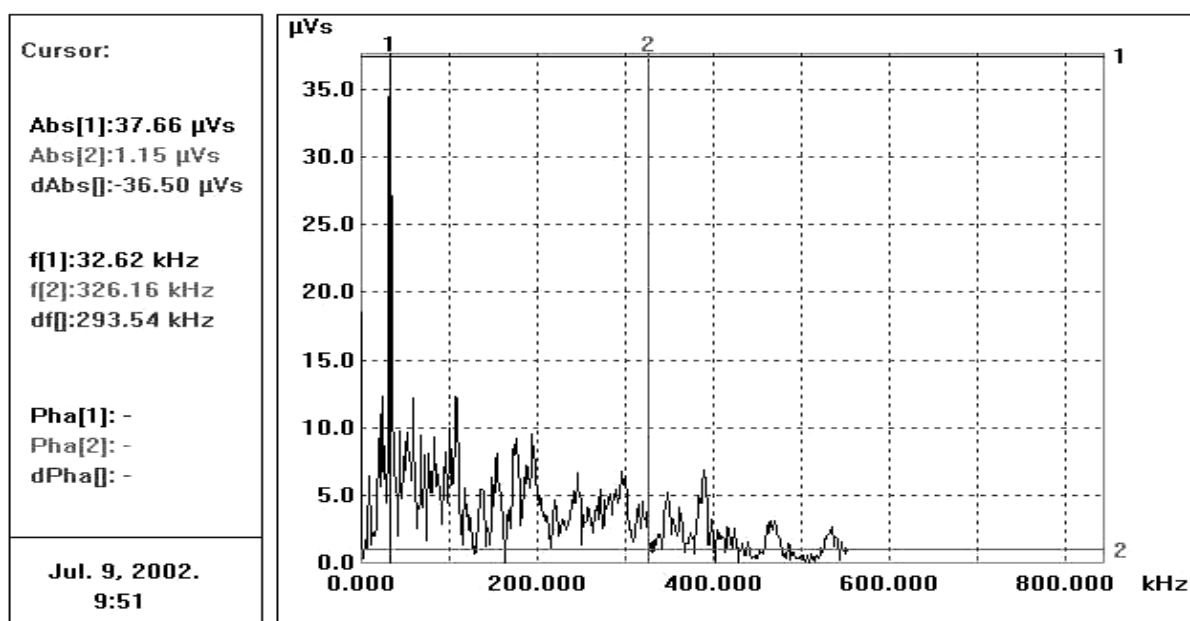
Az eltört minták halmaza

II. melléklet

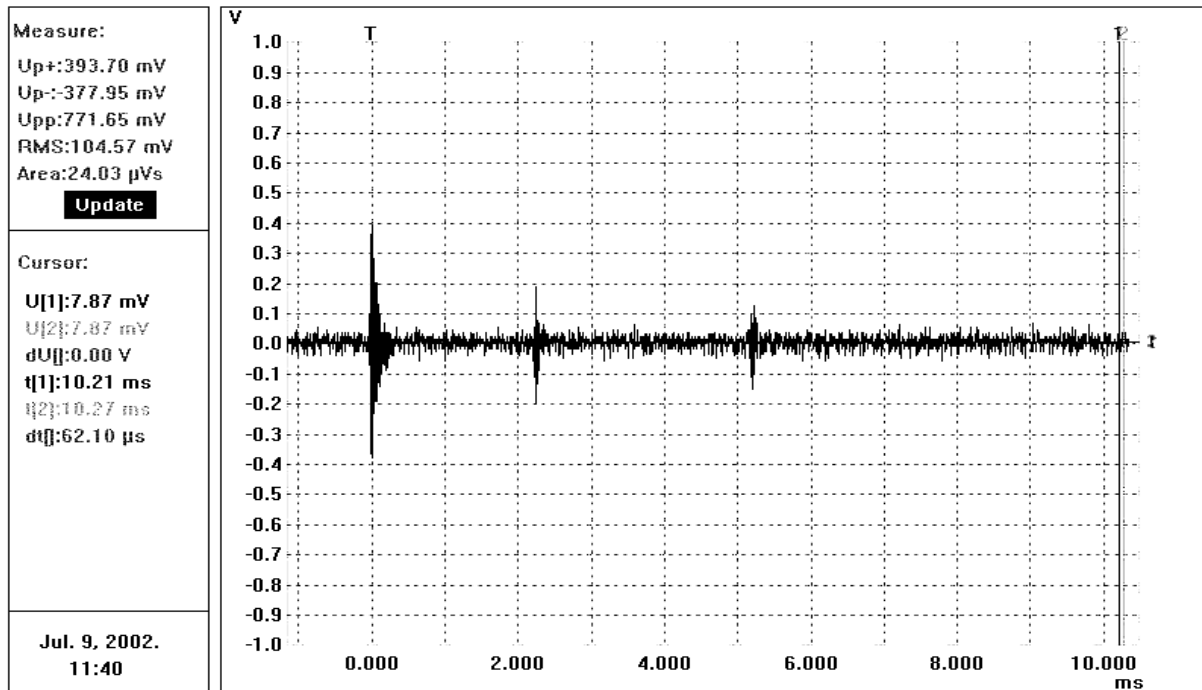
A mérések során kapott események időbeni lefutásának és frekvencia spektrumának szemléltetése



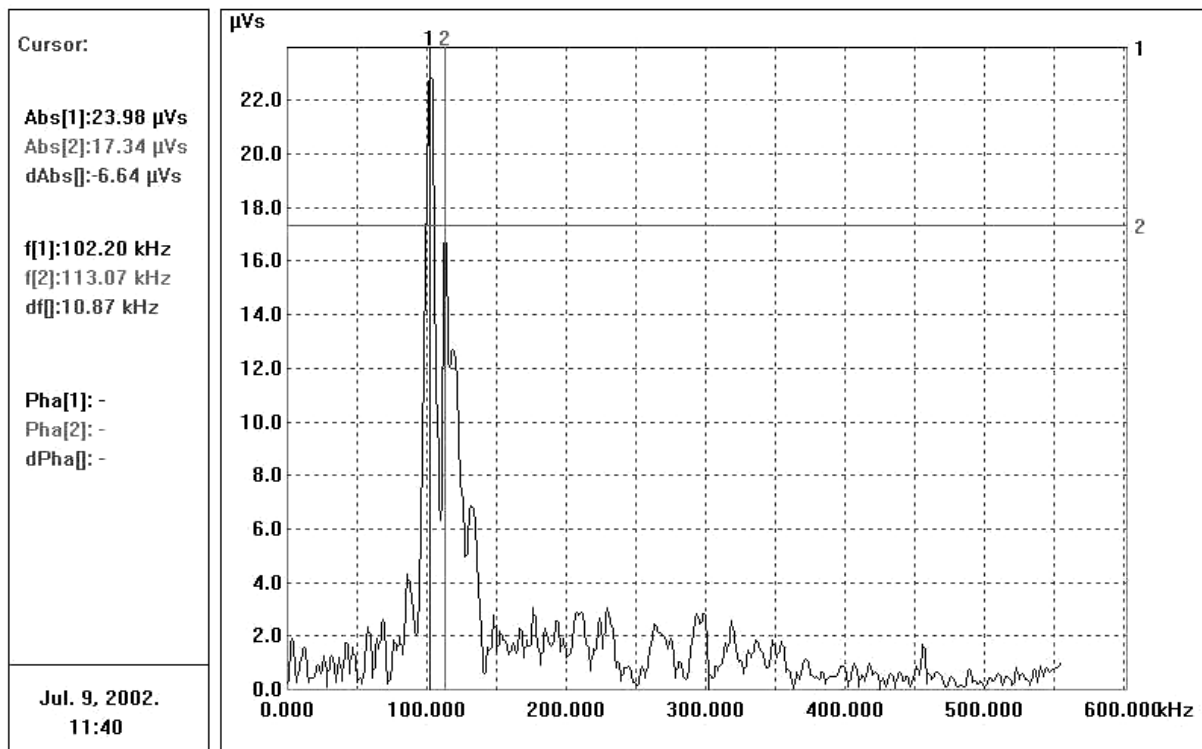
Lucfenyő alacsony frekvenciájú AE eseményének idő/feszültség grafikonja



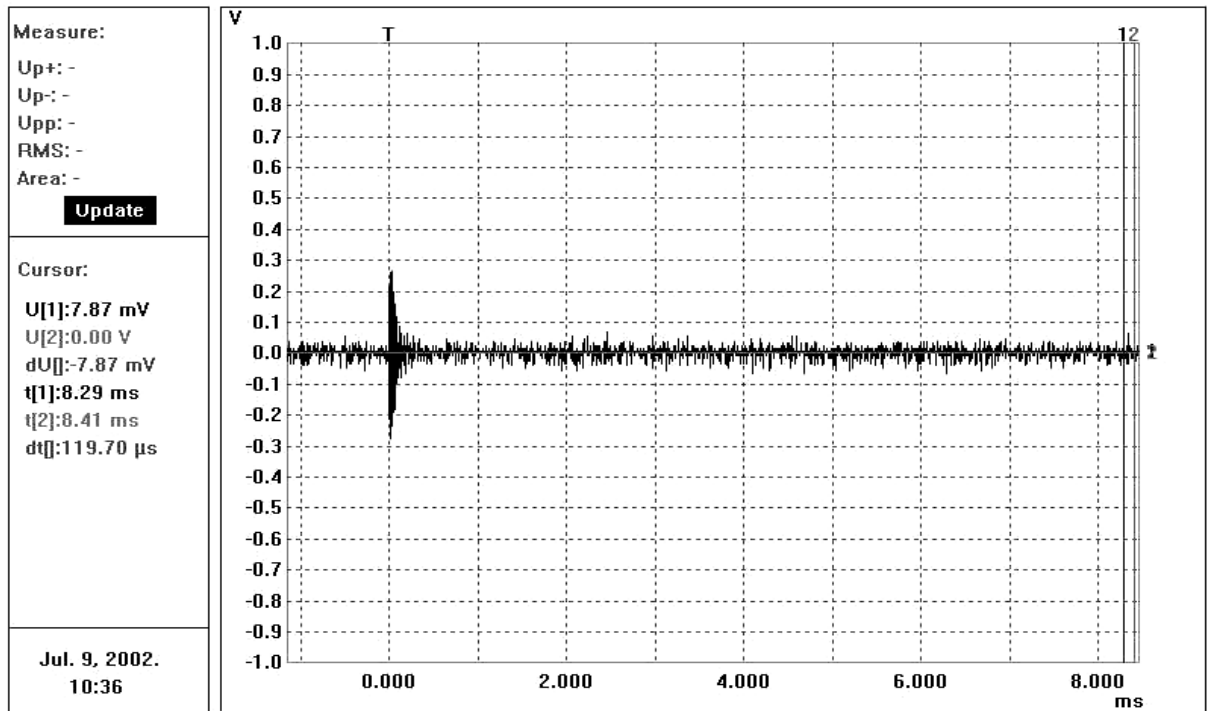
Lucfenyő alacsony frekvenciájú AE eseményének frekvencia spektruma



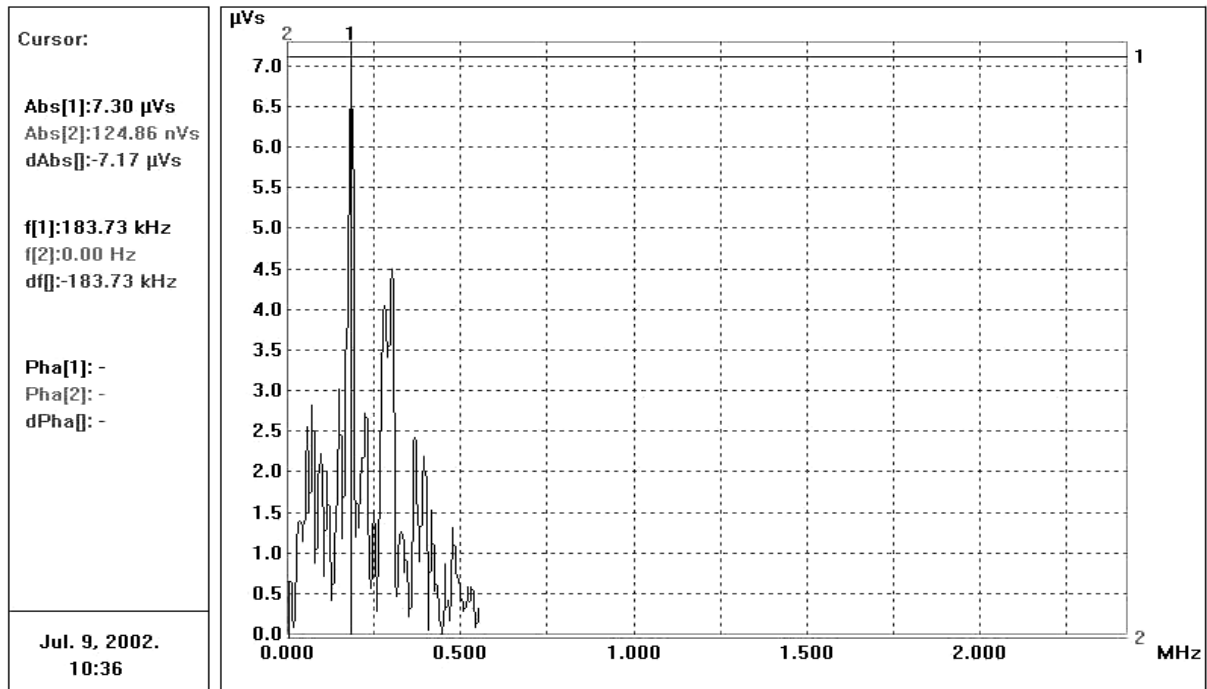
Lucfenyő AE spektrumának középső tartományából származó esemény idő/feszültség grafikonja



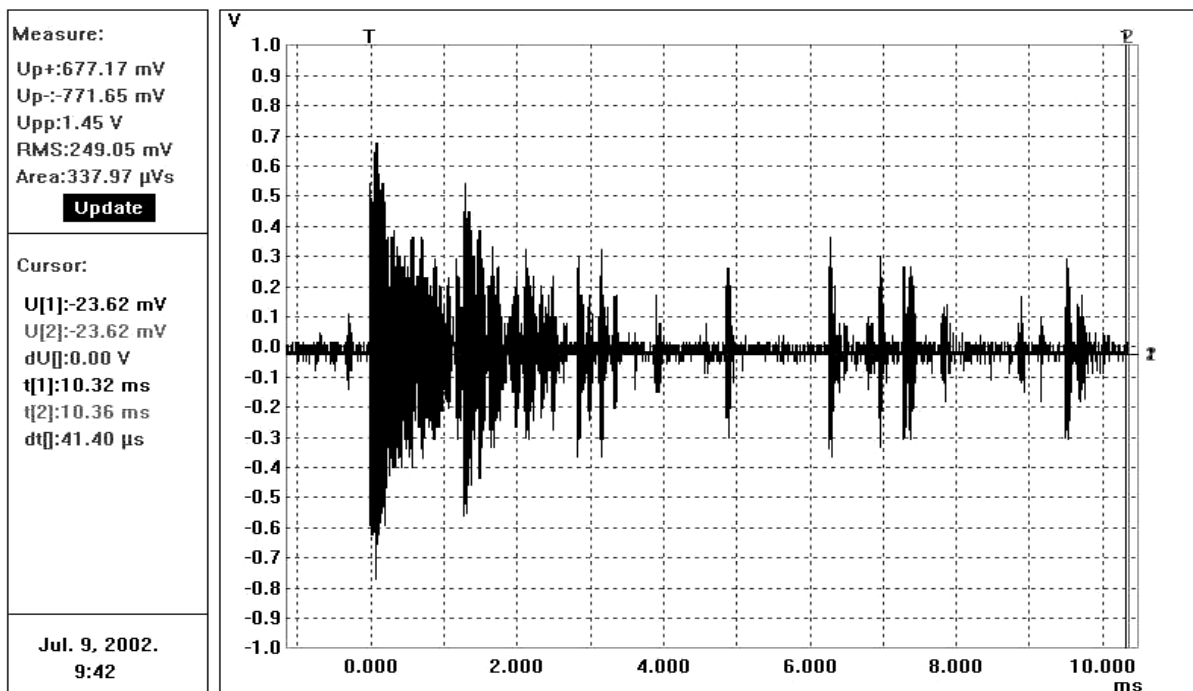
Lucfenyő AE spektrumának középső tartományából származó frekvencia függvénye



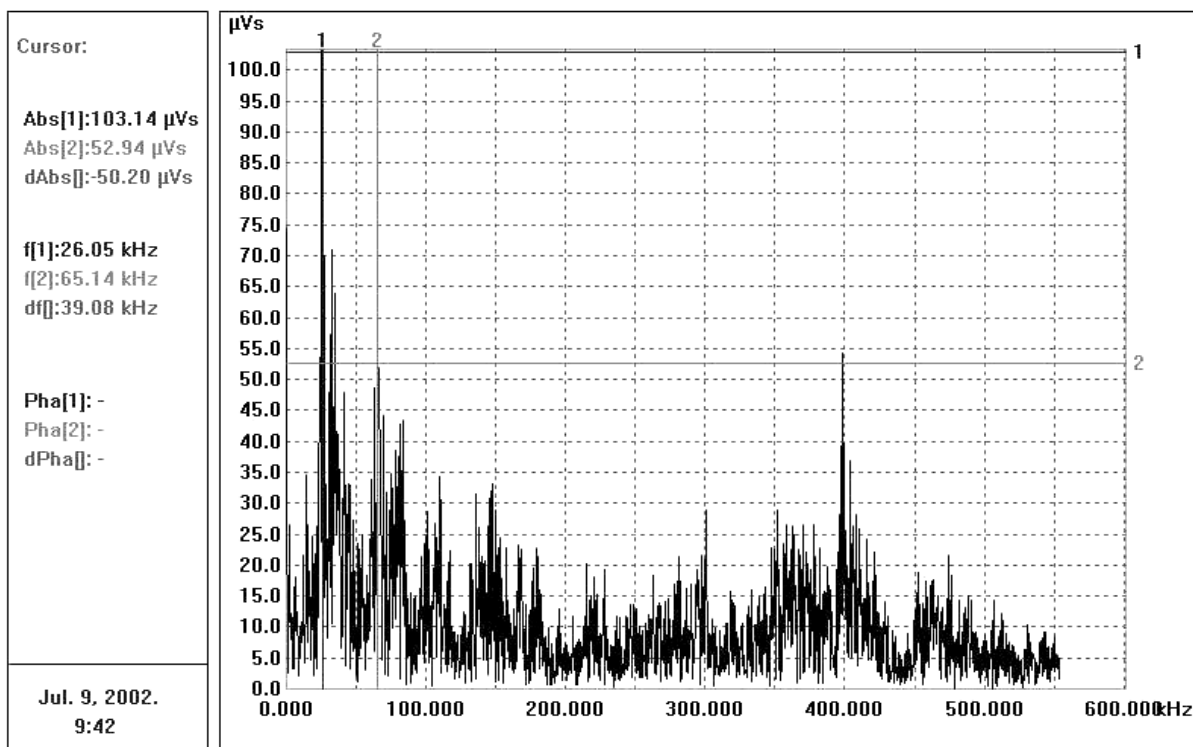
Lucfenyő magas frekvenciájú AE eseményének idő/feszültség grafikonja



Lucfenyő magas frekvenciájú AE eseményének frekvencia spektruma



Lucfenyő törése környezetében rögzített AE esemény idő/feszültség grafikonja
(időegység alatt számos esemény keletkezik egyidejűleg a töréskor, melyek a mérőablakban külön eseményként jelennek meg)

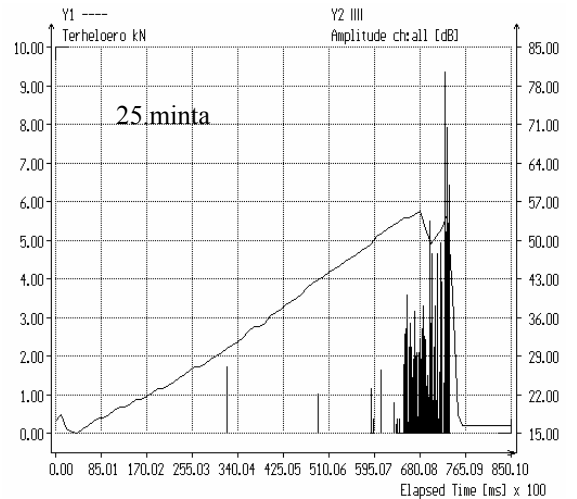
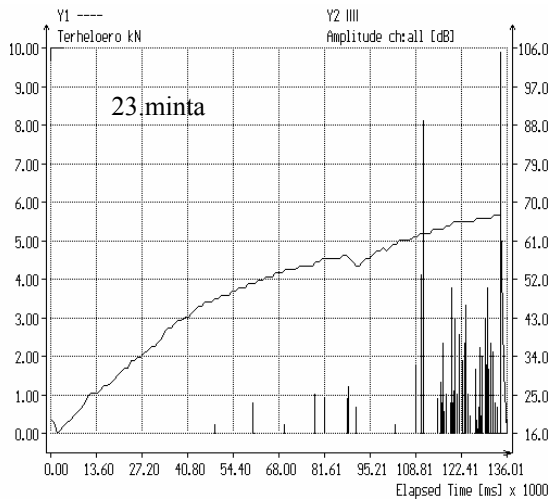
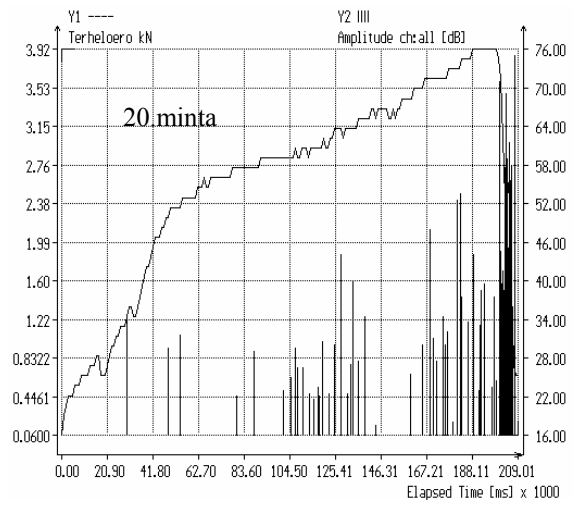
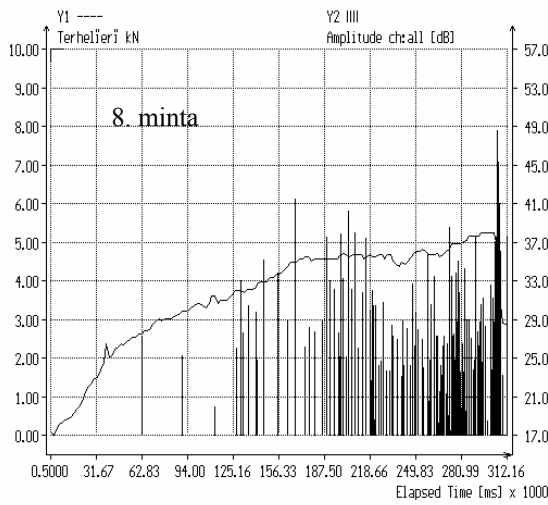
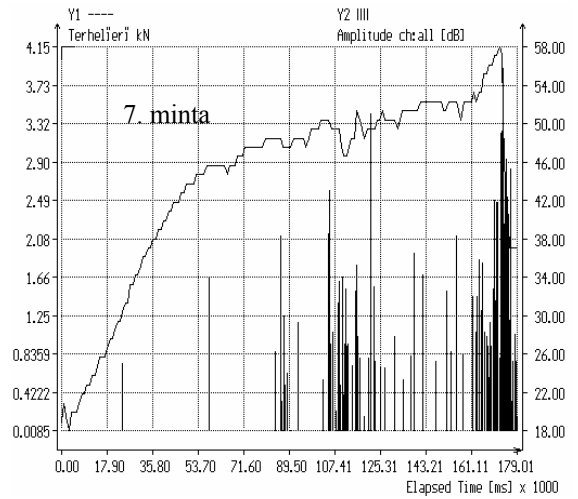
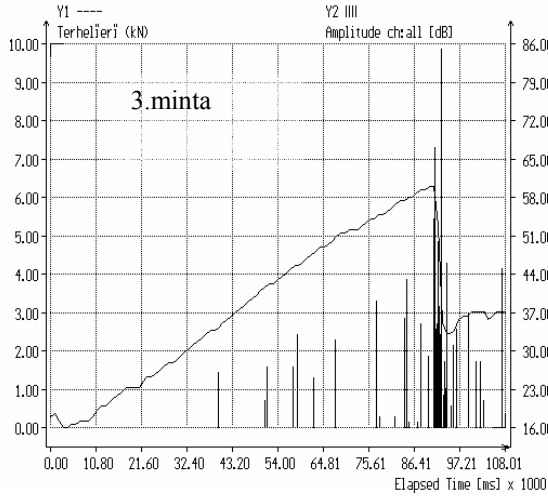


Lucfenyő törése környezetében rögzített AE esemény frekvencia spektruma

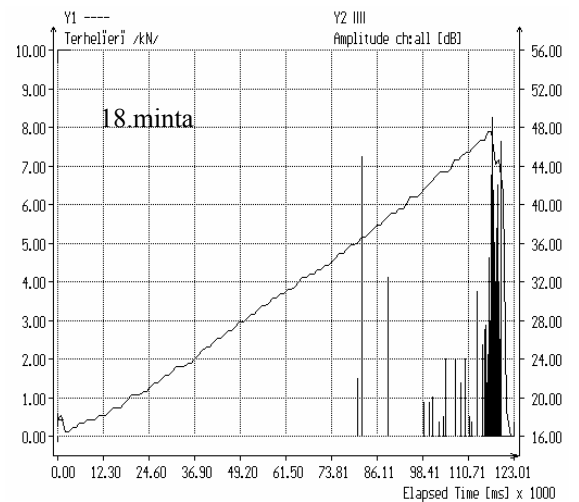
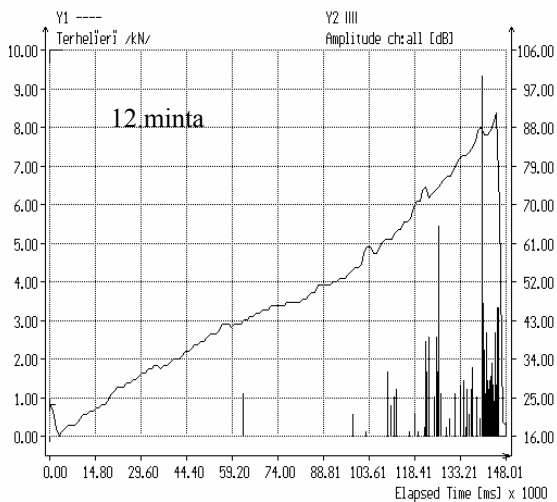
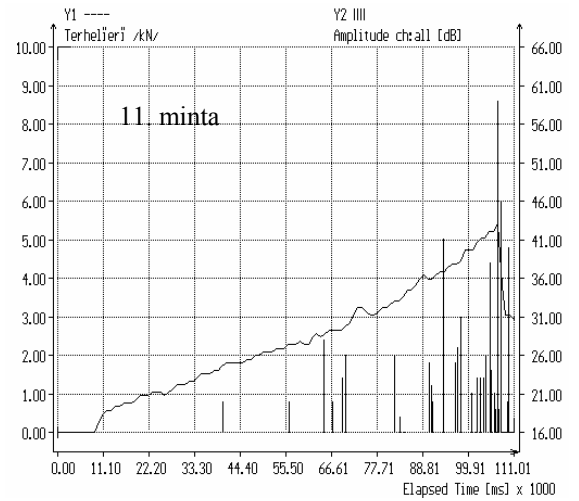
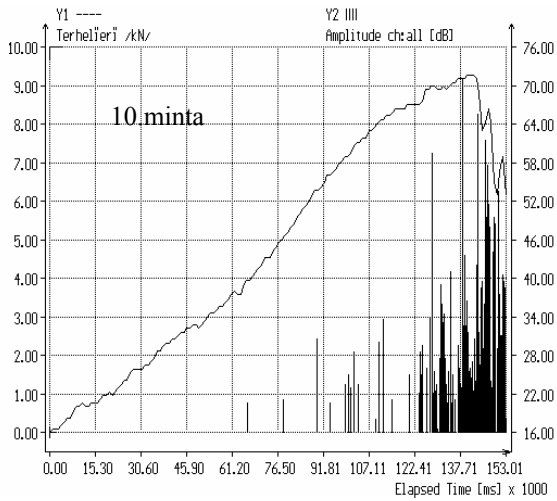
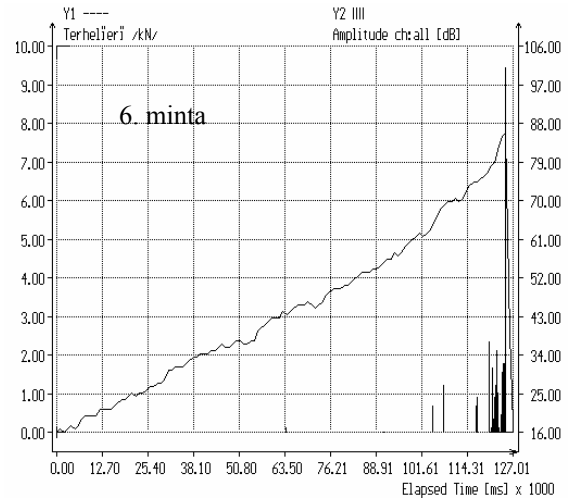
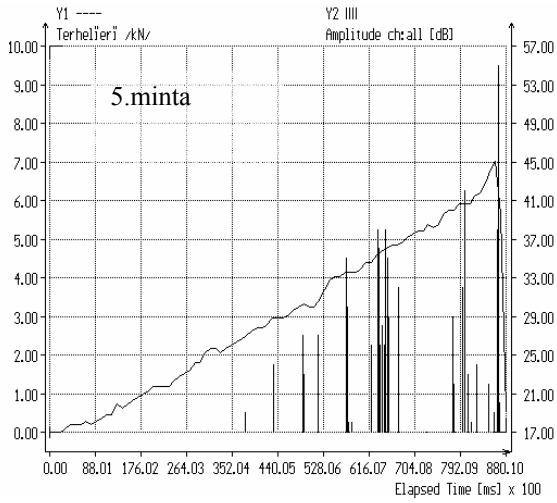
III. Melléklet

Az akusztikus emisszió bemutatása különböző nedvességtartalom, alakváltozási sebesség igénybevétel és fafaj esetén

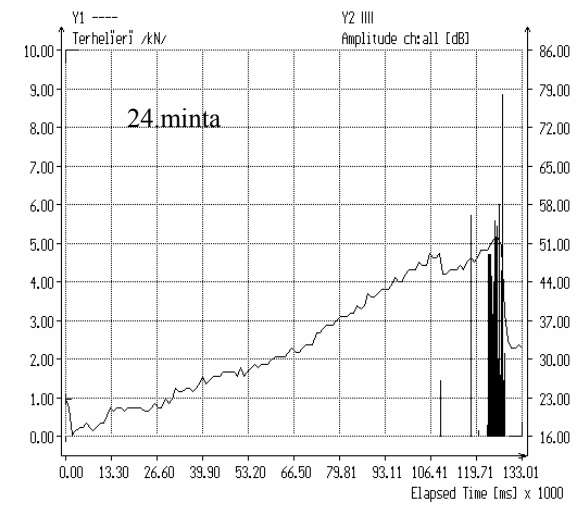
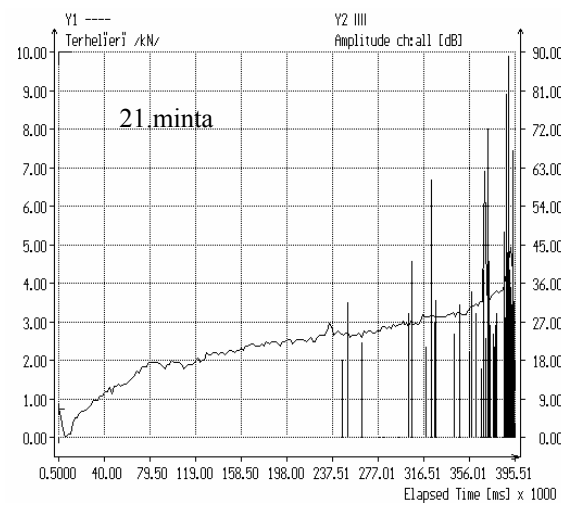
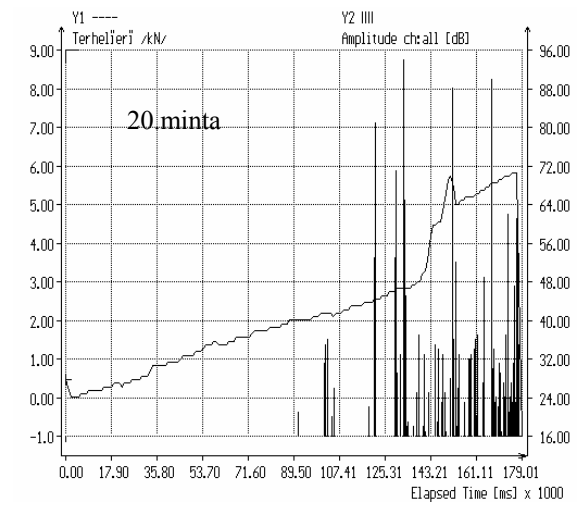
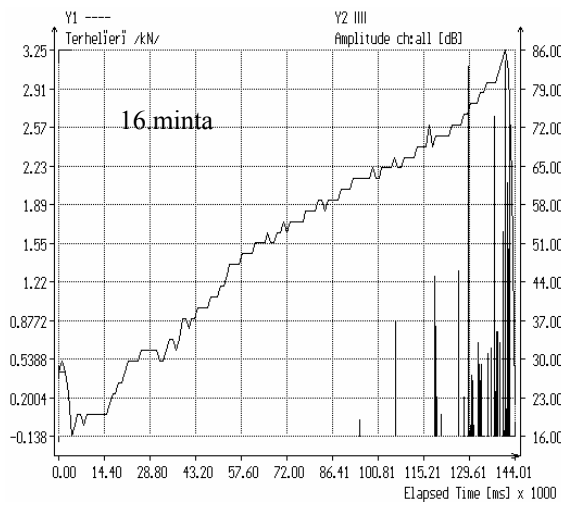
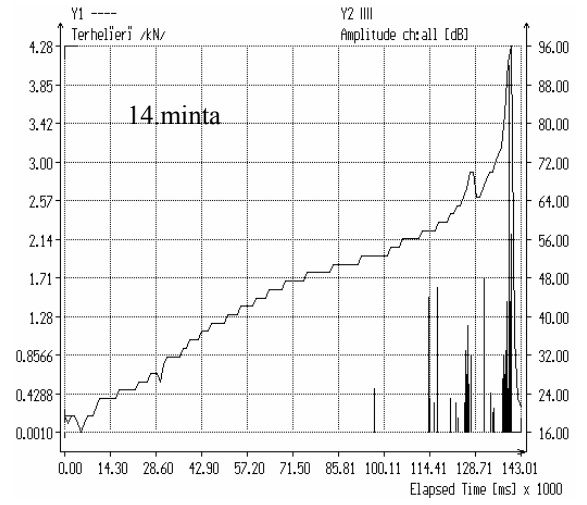
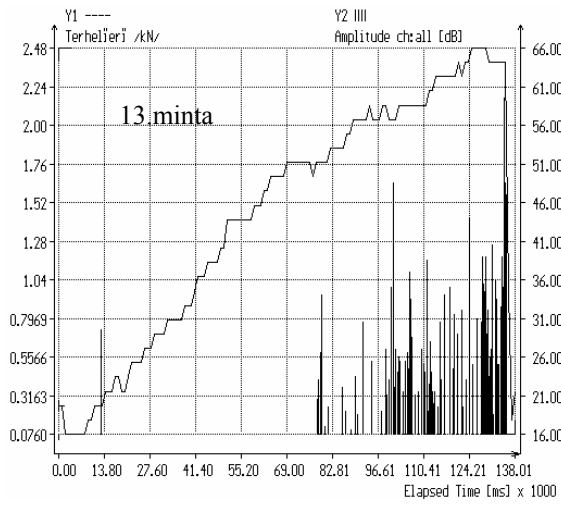
Lucfenyő AE aktivitása 0% nedvességtartalom mellett



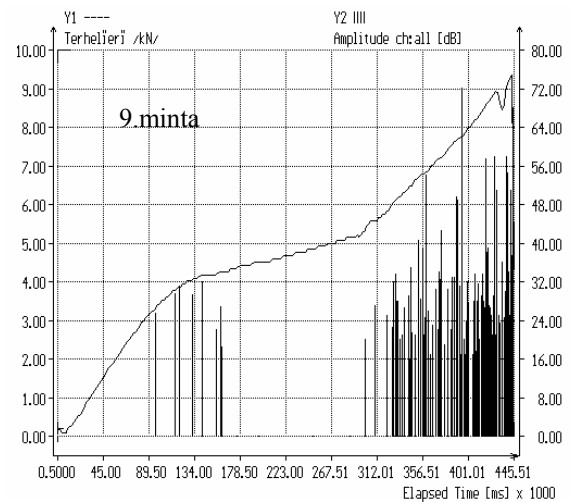
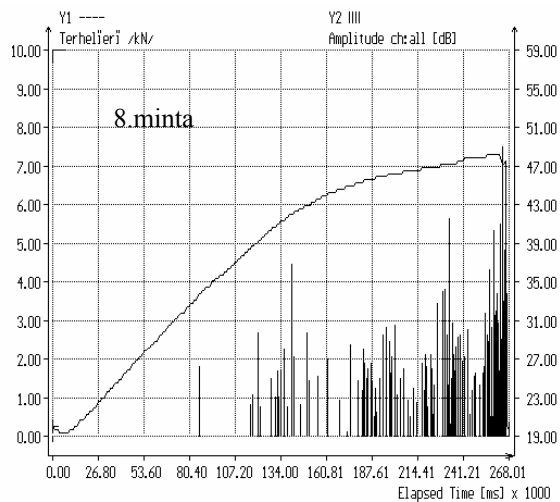
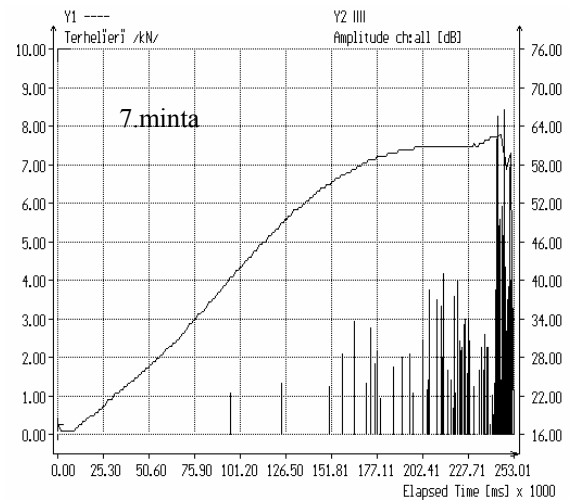
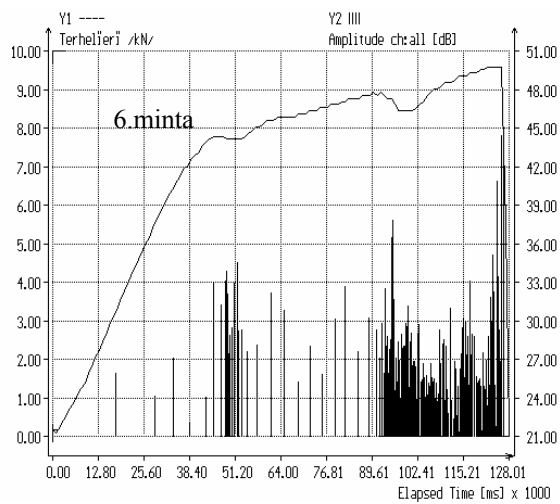
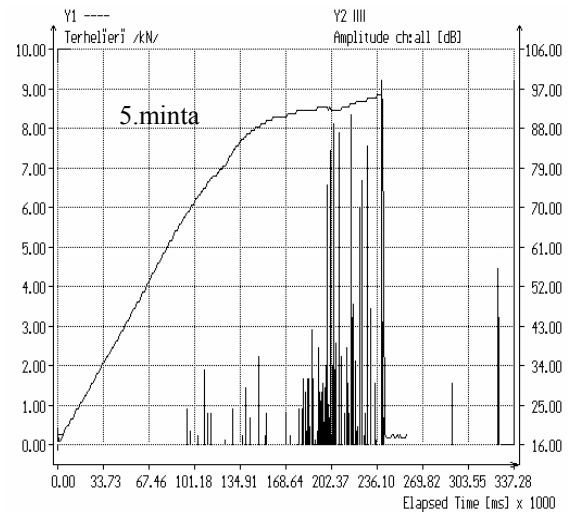
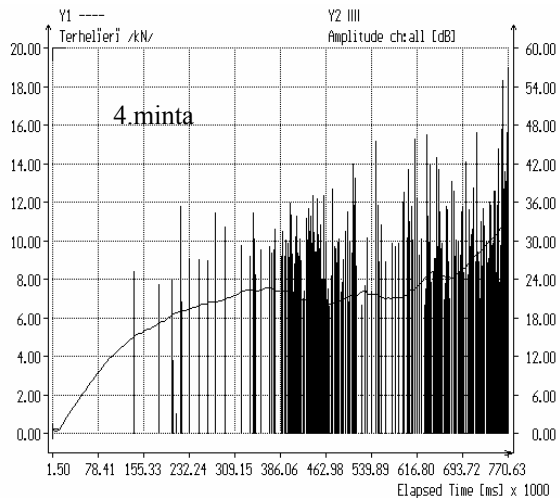
Lucfenyő AE aktivitása 12% nedvességtartalom mellett



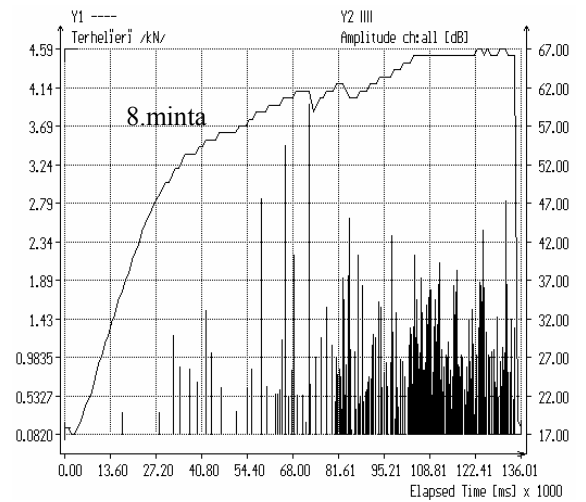
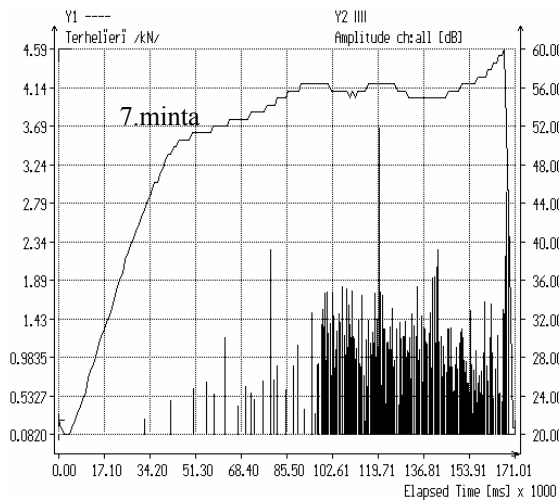
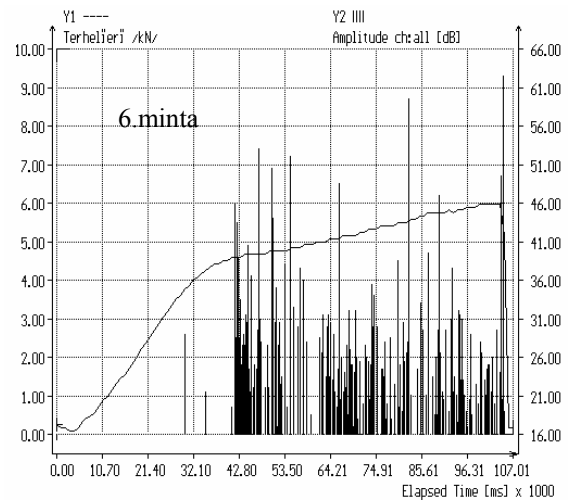
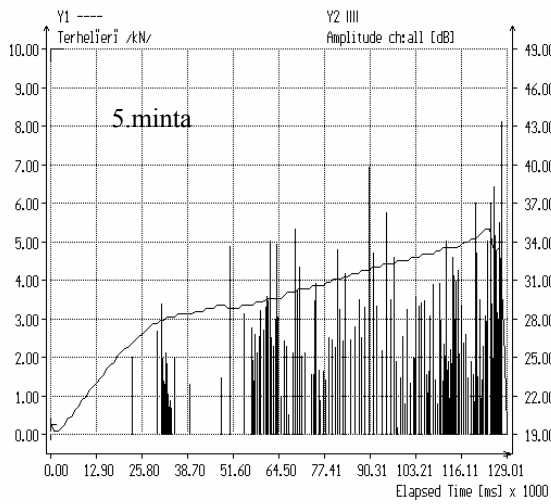
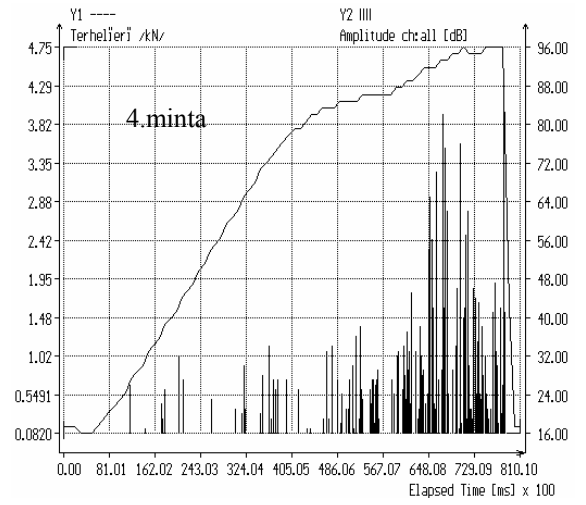
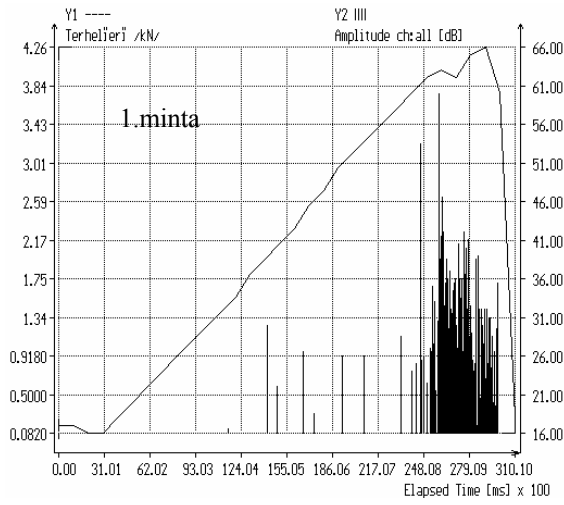
Lucfenyő AE aktivitása 26% nedvességtartalom mellett



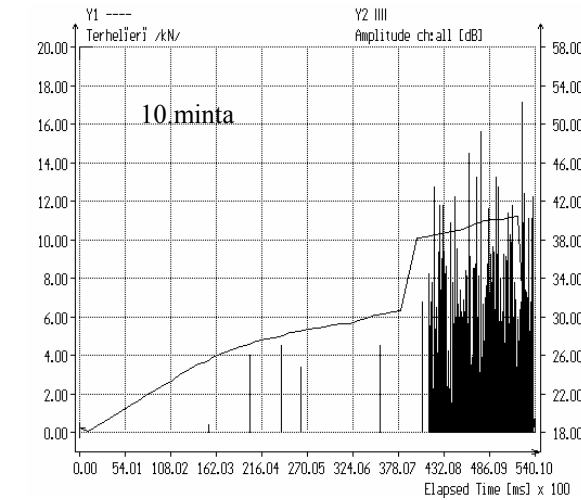
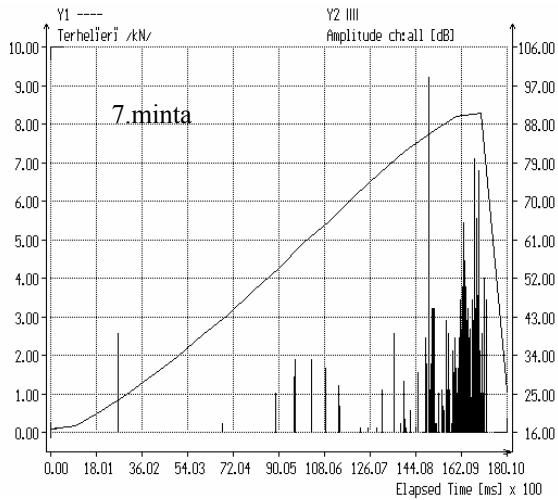
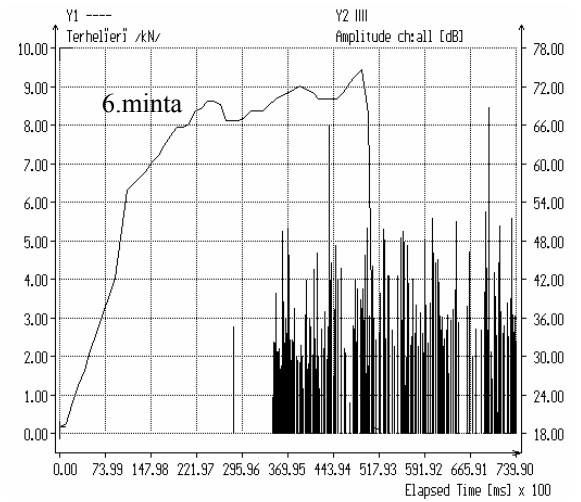
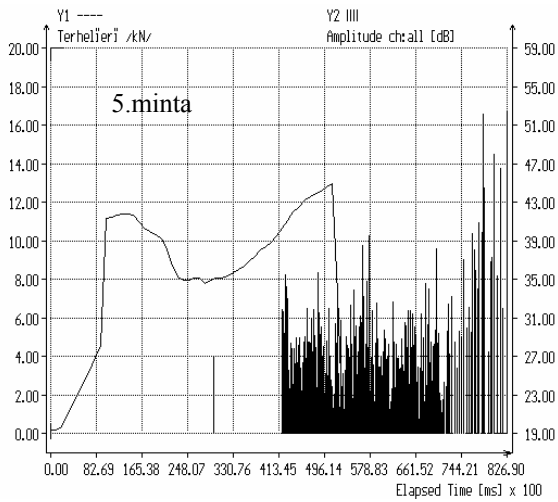
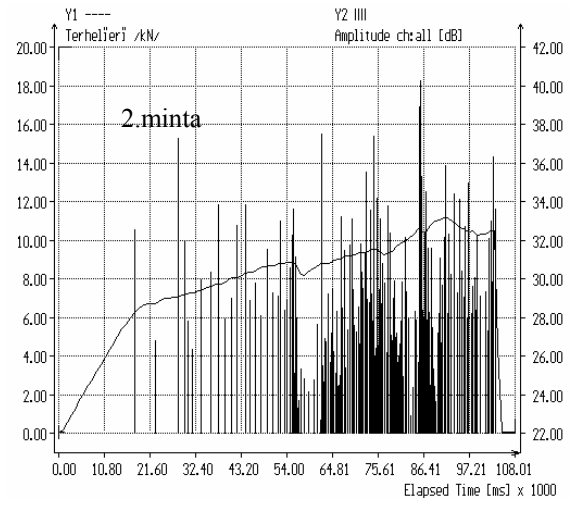
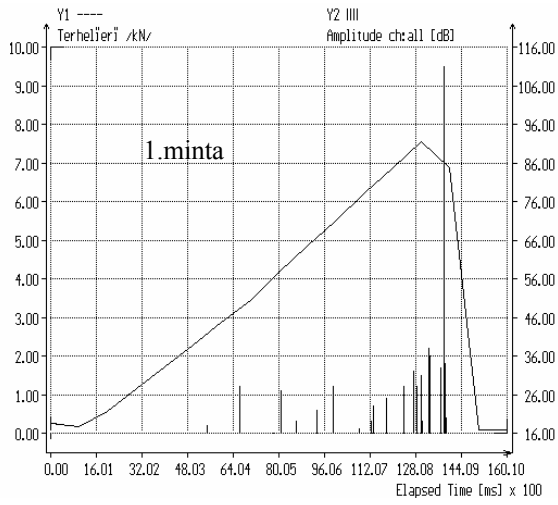
Lucfenyő AE aktivitása 2 mm/perc alakváltozási sebesség mellett



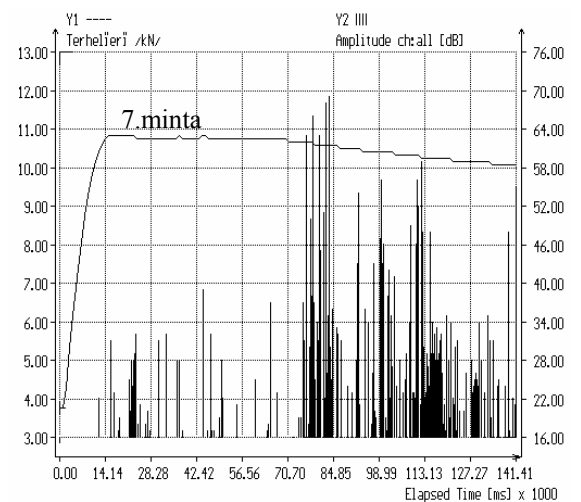
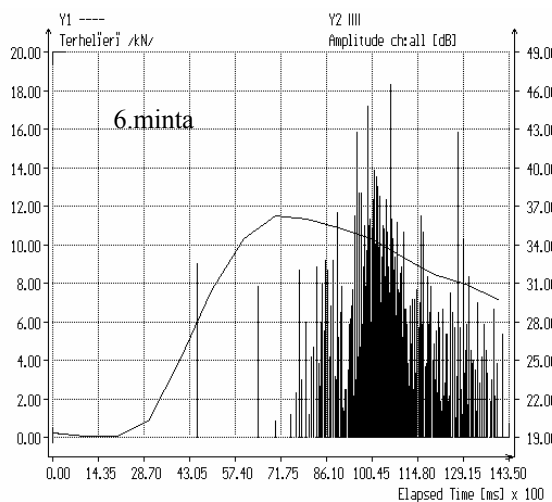
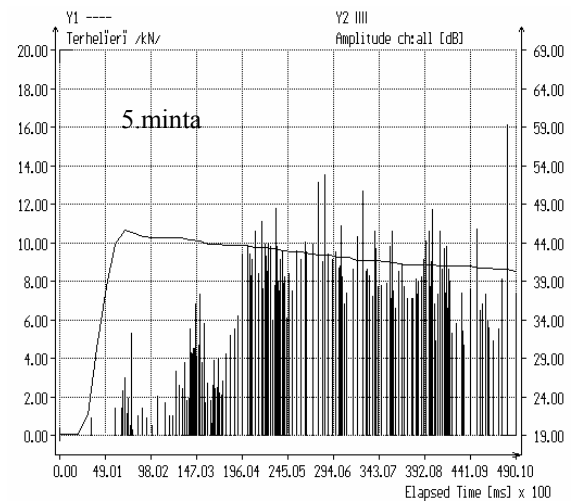
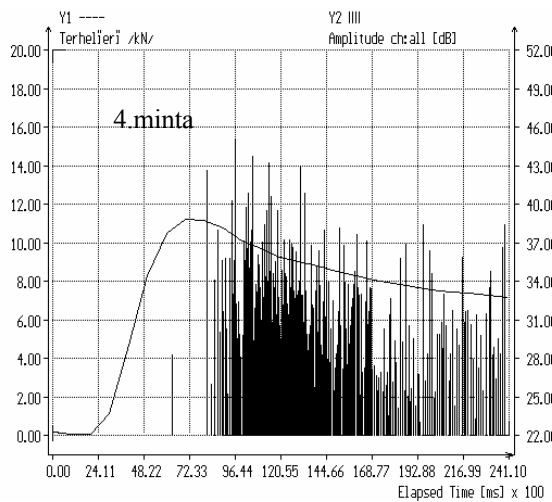
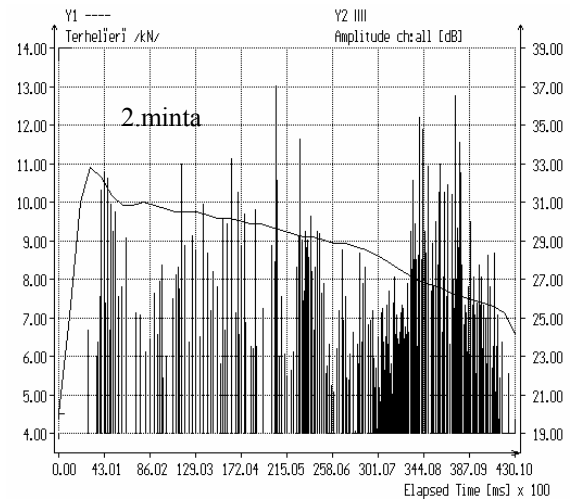
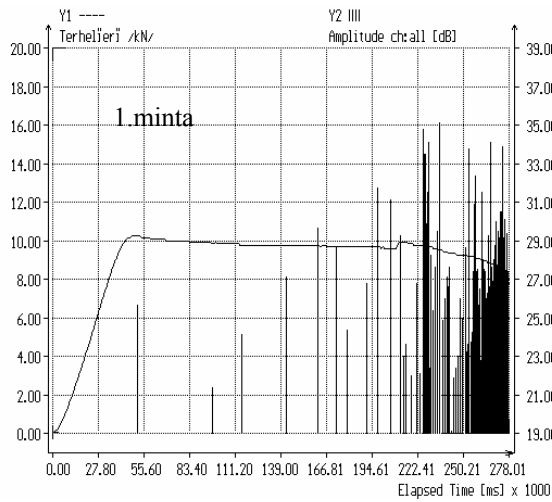
Lucfenyő AE aktivitása 10 mm/perc alakváltozási sebesség mellett



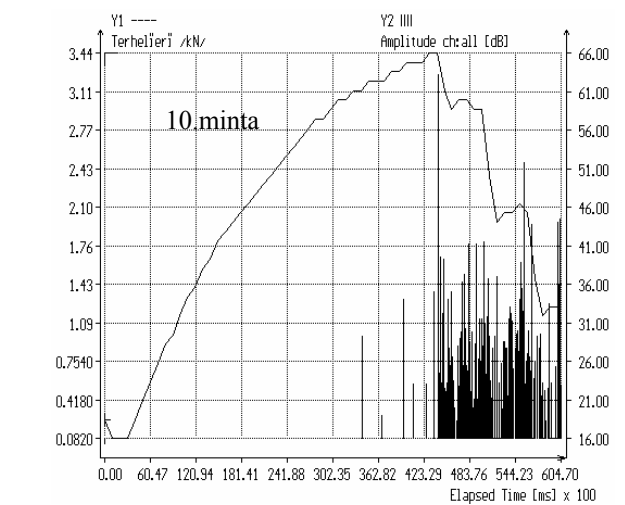
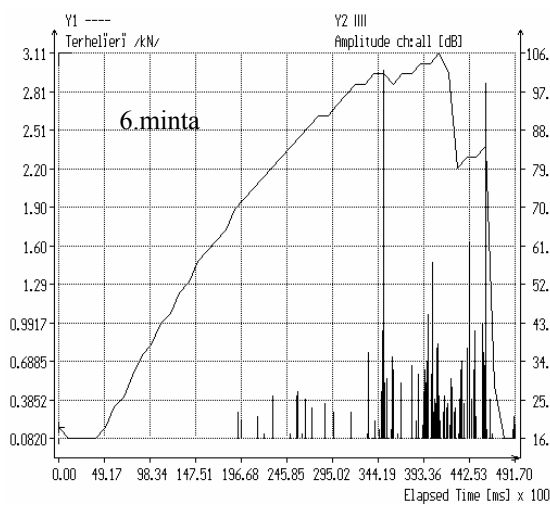
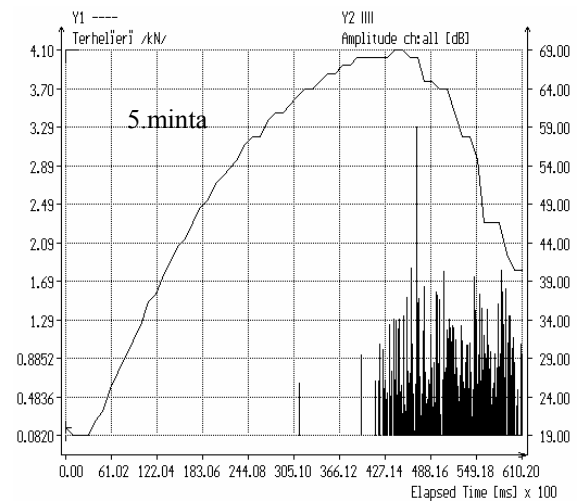
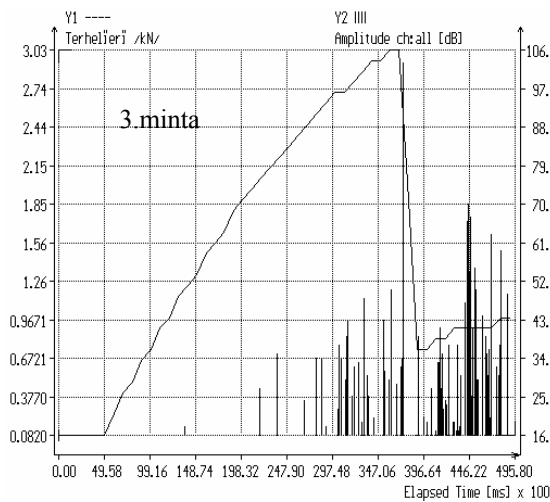
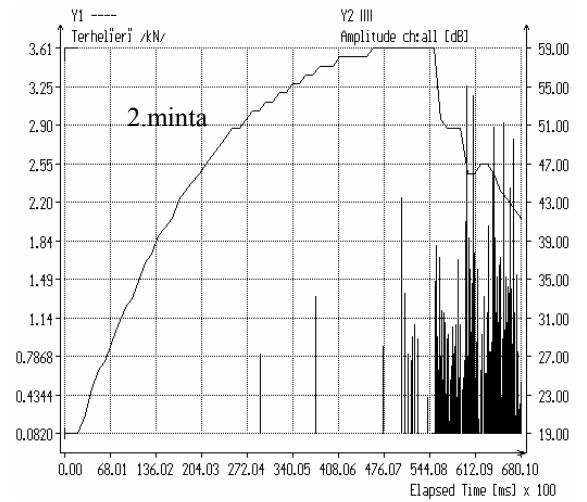
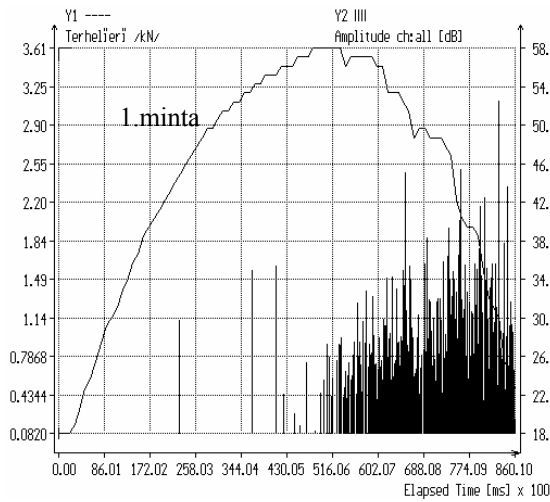
Lucfenyő AE aktivitása 20 mm/perc alakváltozási sebesség mellett



Lucfenyő AE aktivitása nyomás során

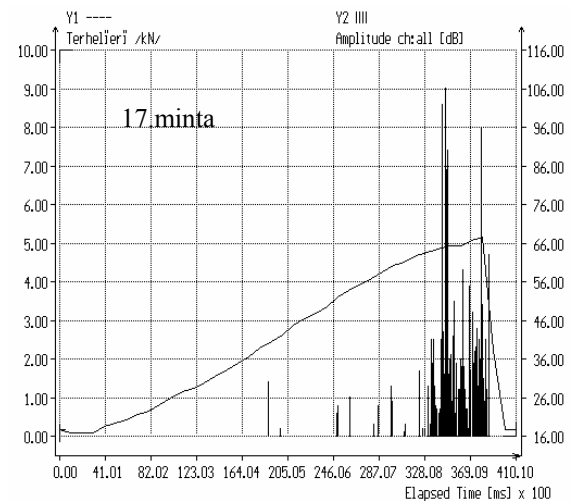
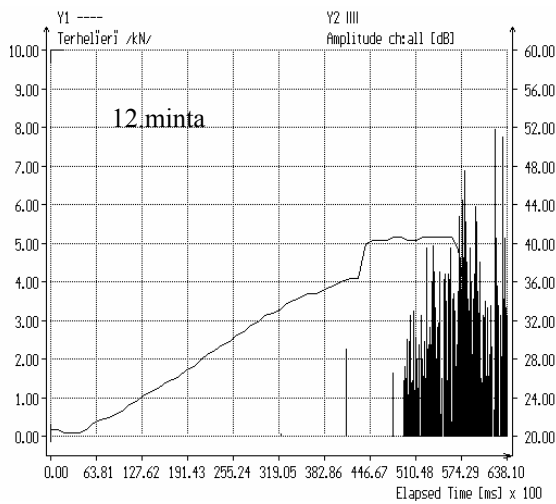
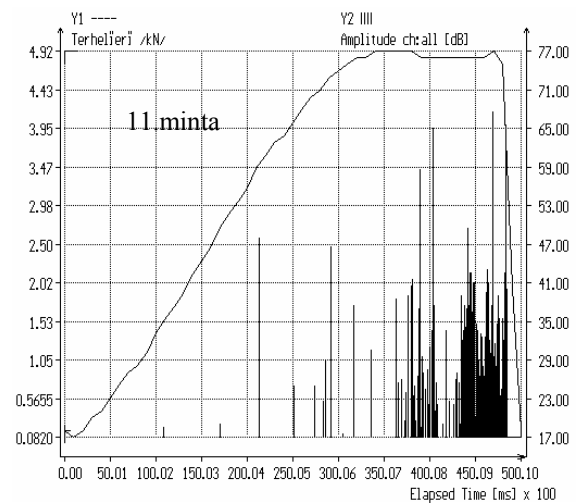
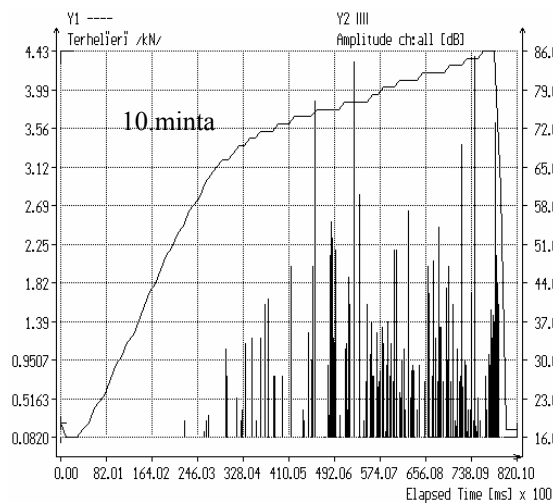
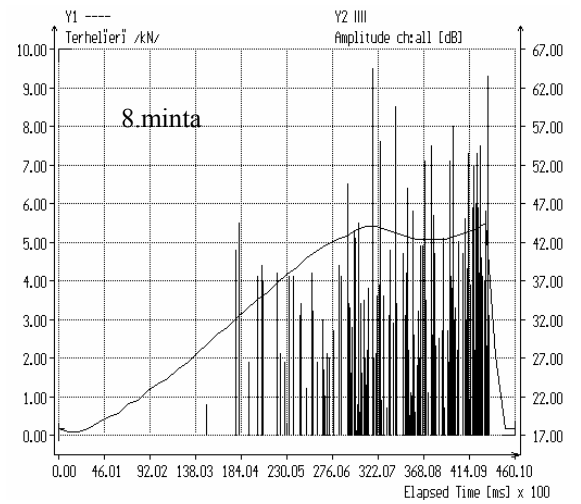
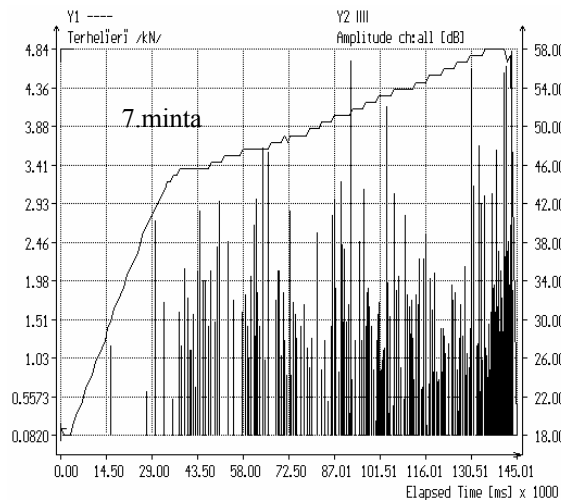


Lucfenyő AE aktivitása hajlítás során

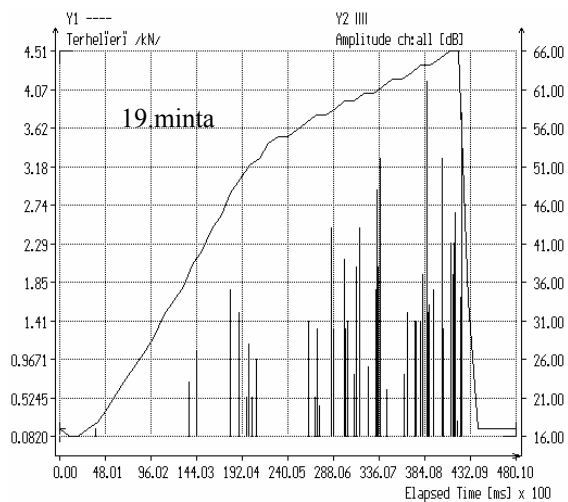
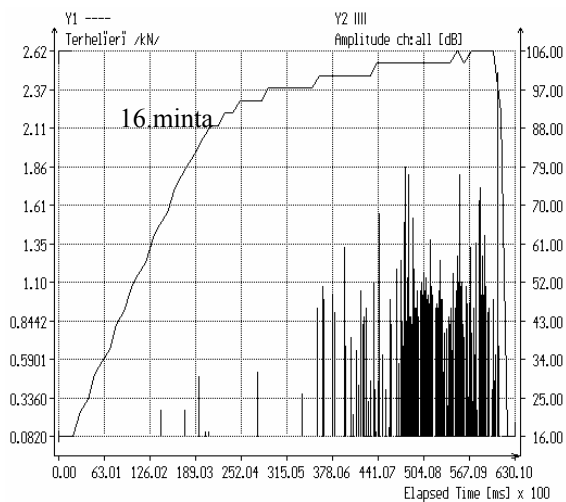
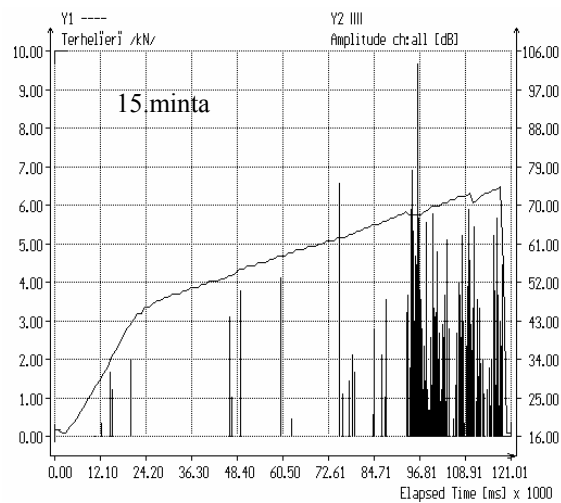
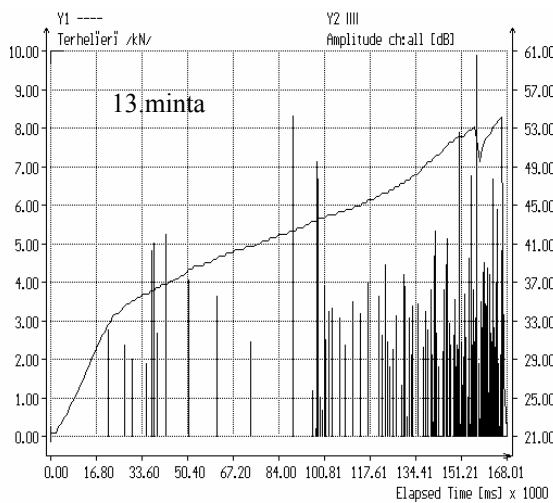
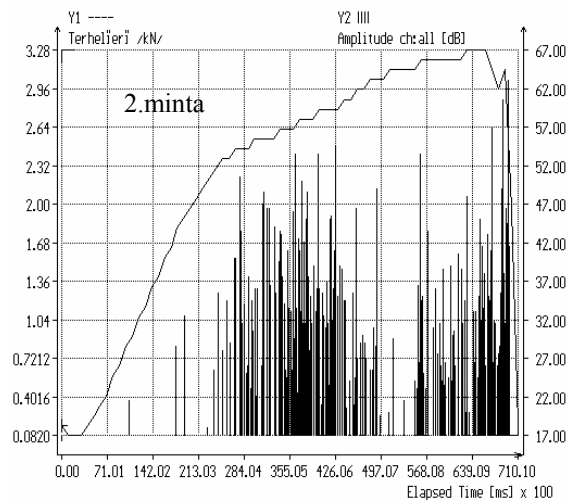
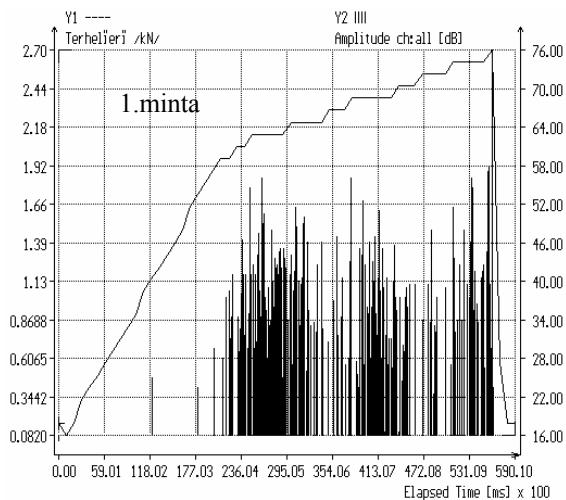


Akusztikus emisszió a vizsgált fafajok húzása során

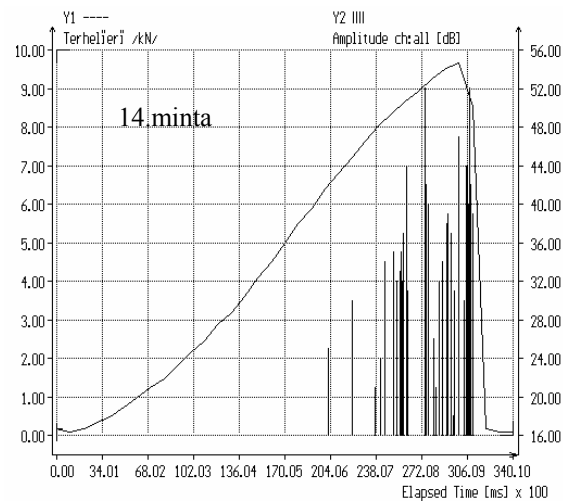
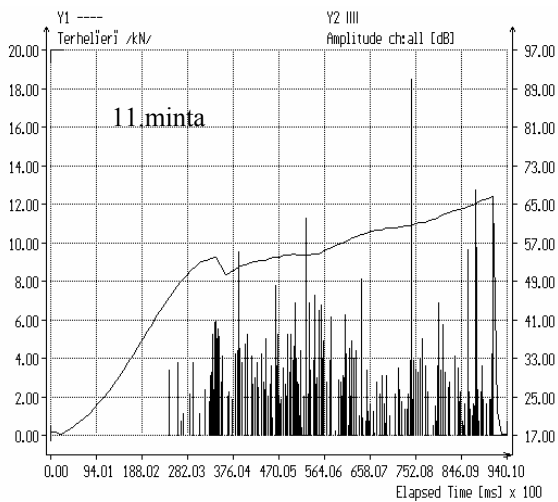
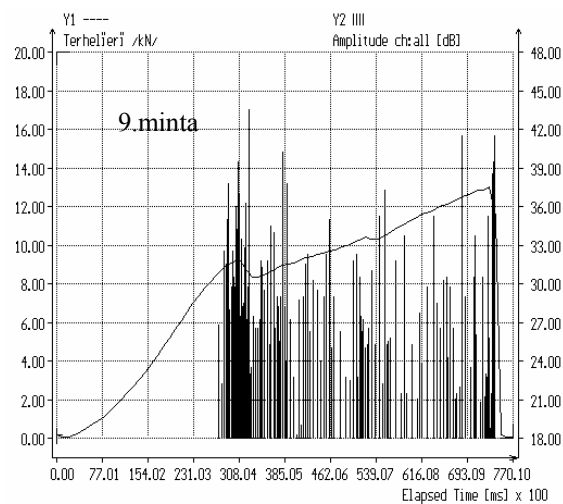
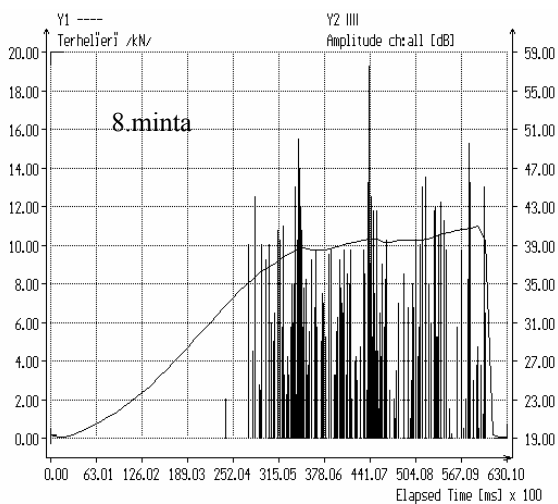
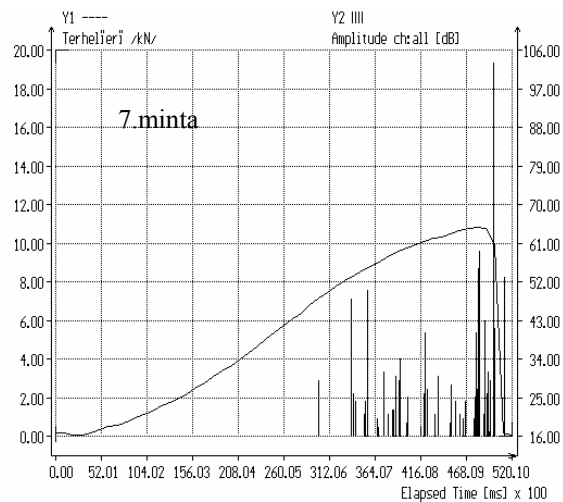
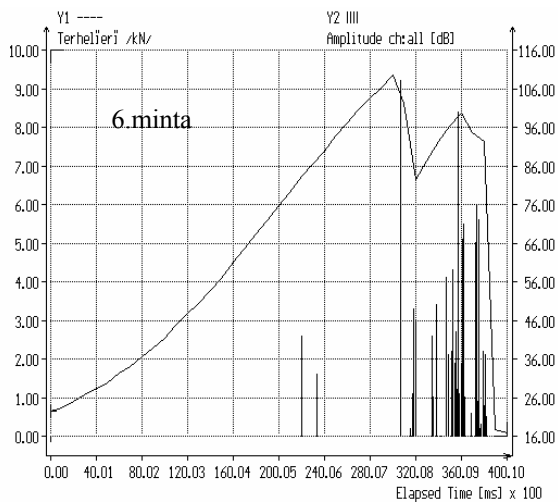
Erdeifenyő AE aktivitása húzás során



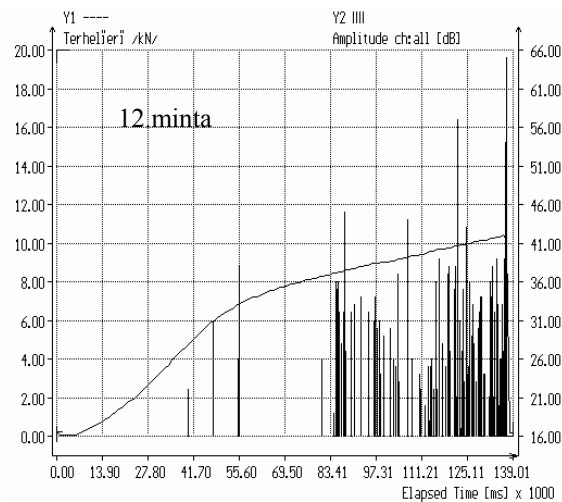
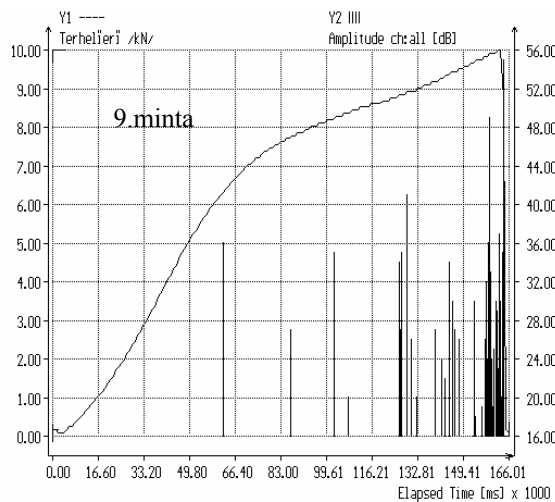
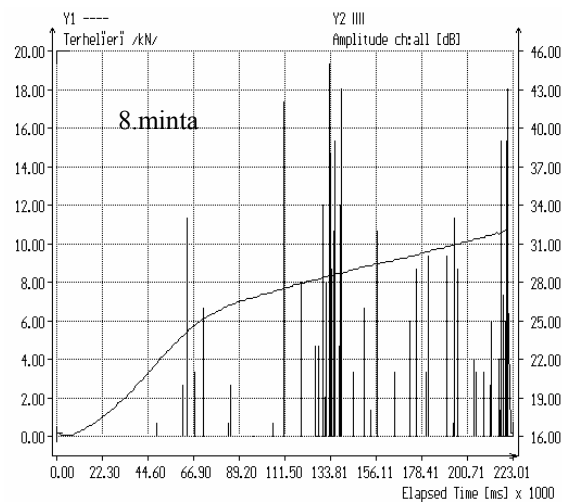
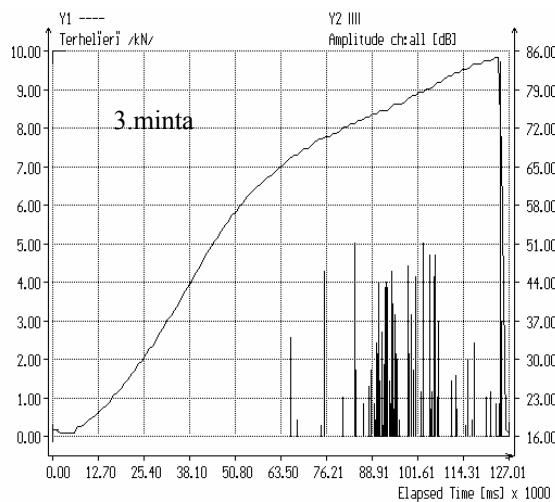
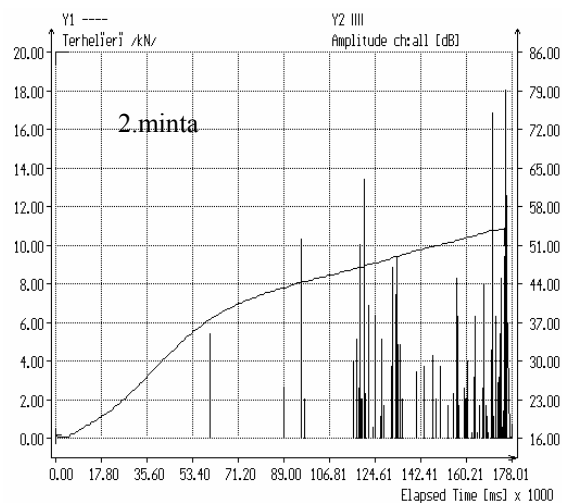
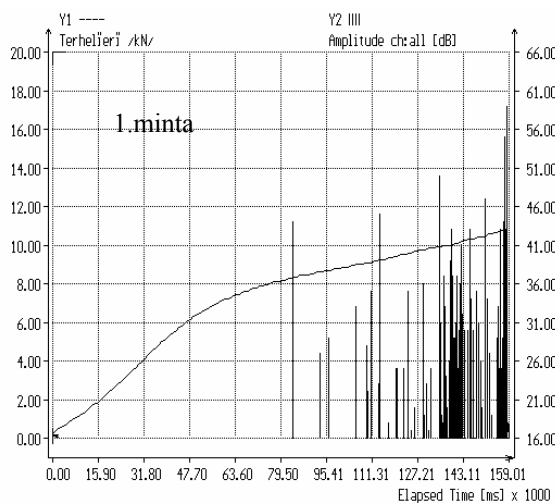
Nyár AE aktivitása húzás során



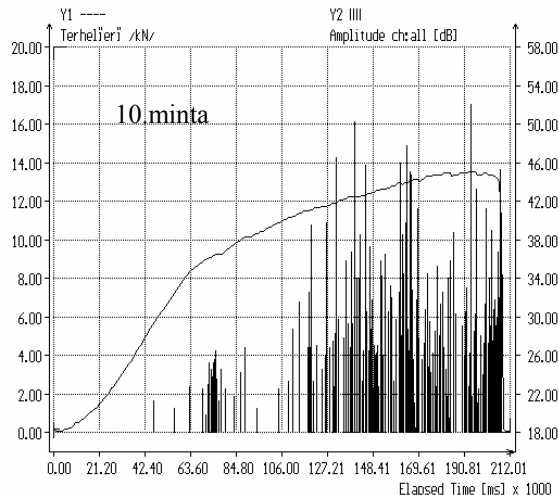
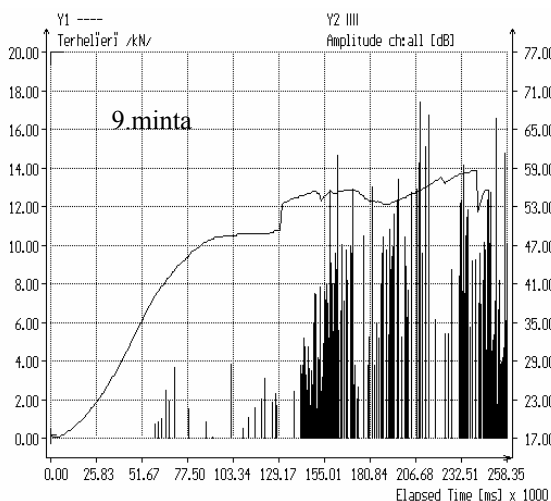
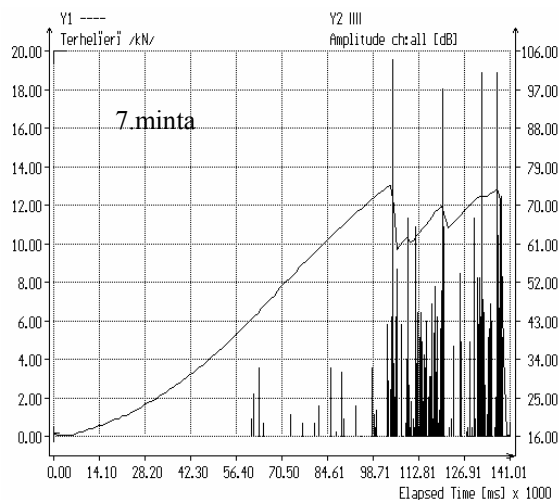
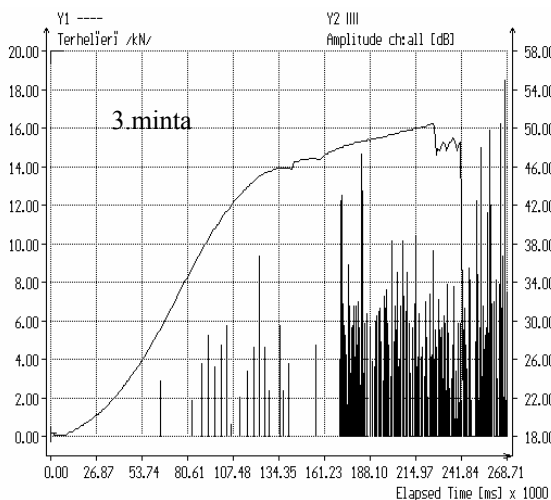
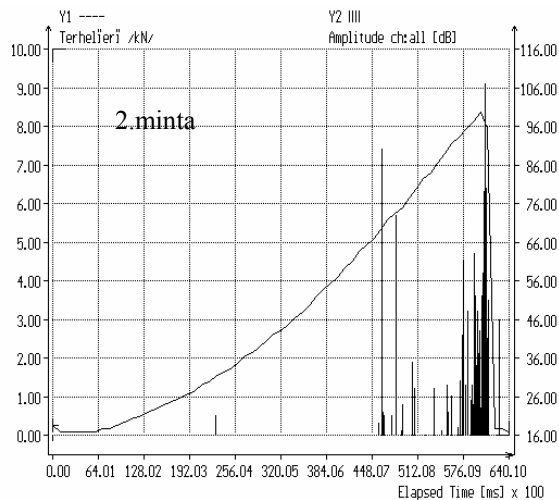
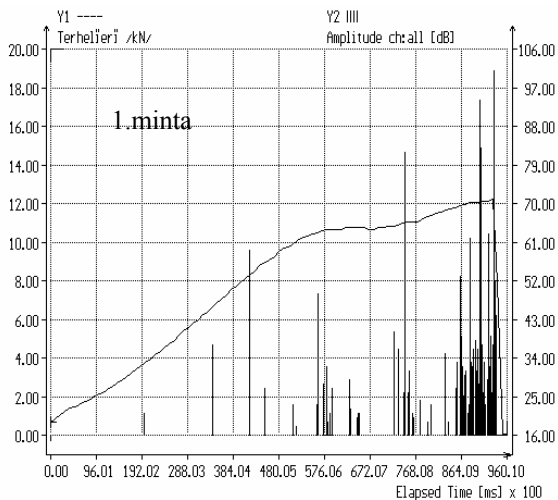
Tölgy AE aktivitása húzás során



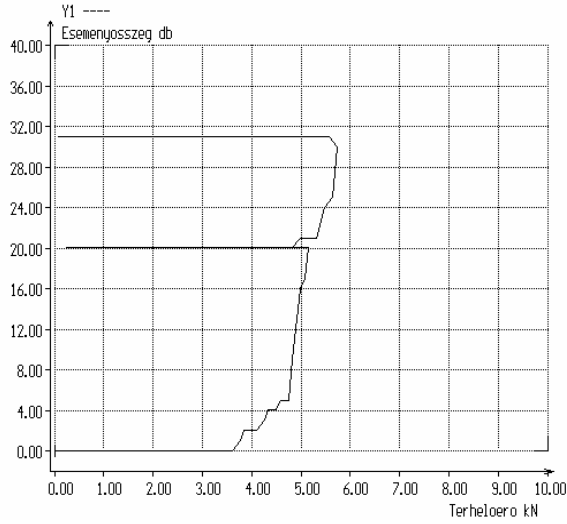
Bükk AE aktivitása húzás során



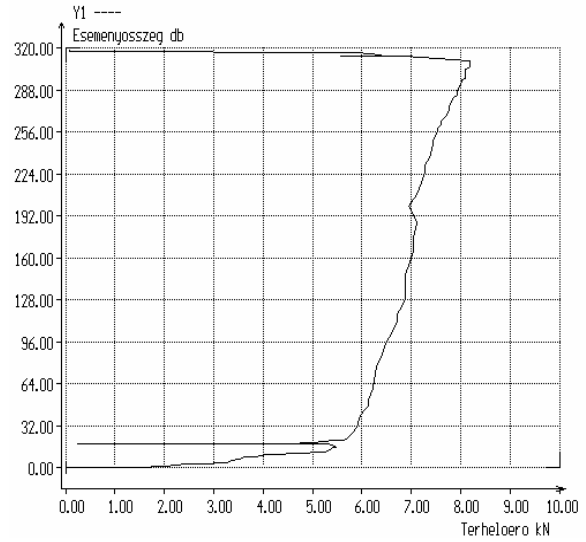
Akác AE aktivitása húzás során



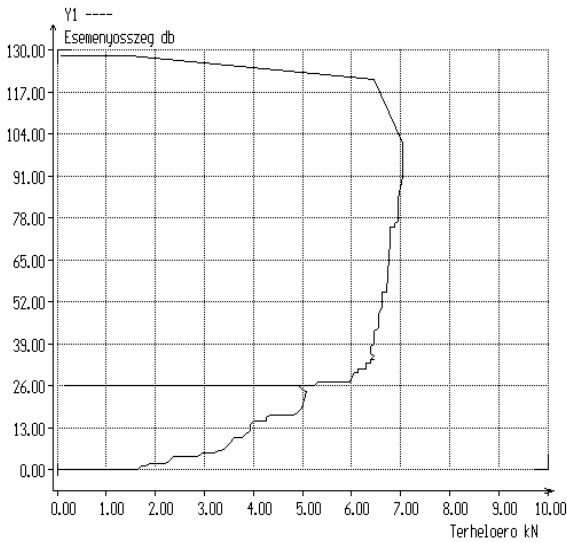
V/A. melléklet
**Kaiser effektus vizsgálat eredményei erdefenyő mintákon az előterhelést
 termentesítés után azonnal követő, törésig menő terhelés esetén**



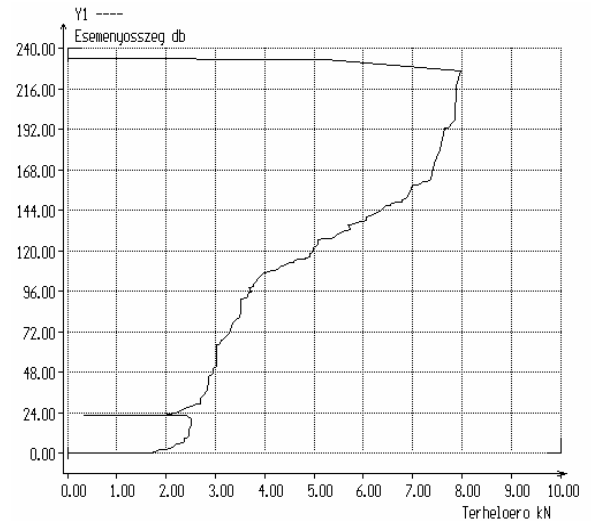
1. minta



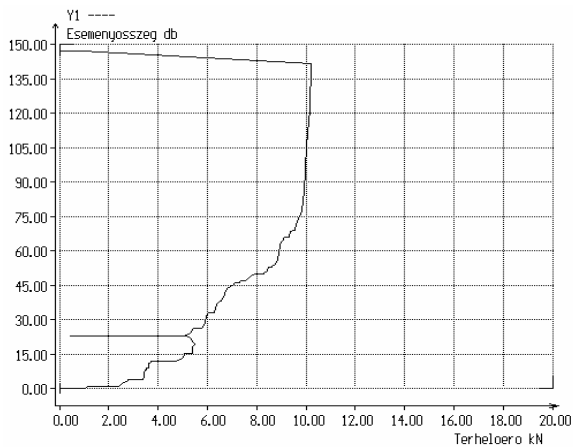
2. minta



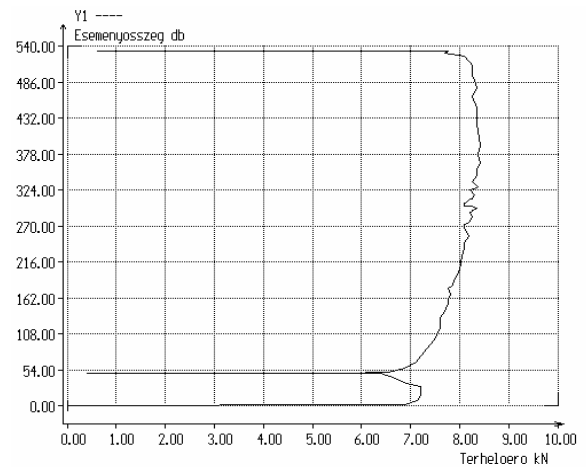
3. minta



4. minta

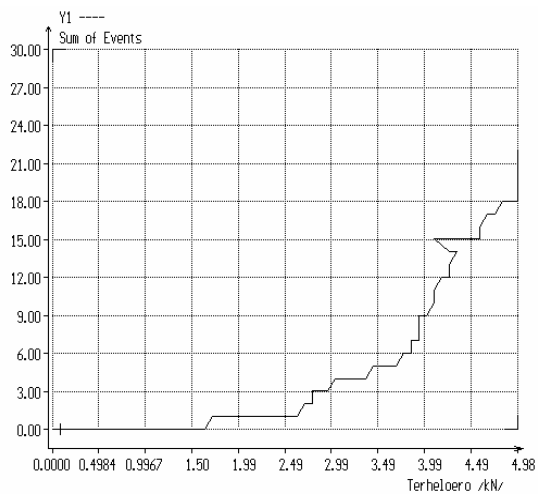


5. minta

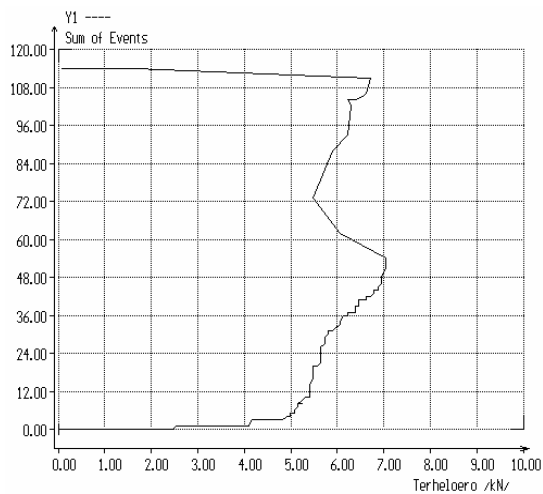


7. minta

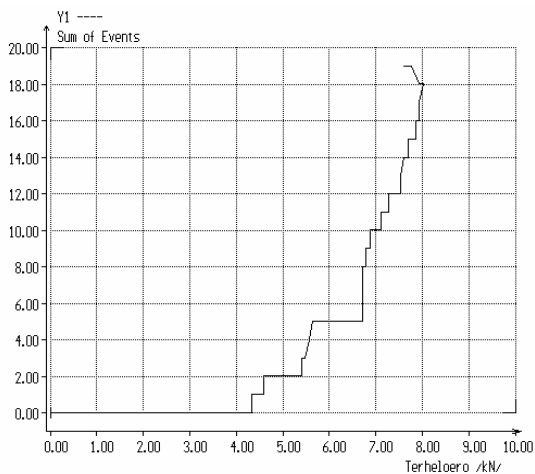
Kaiser effektus vizsgálat eredményei erdeifenyő mintákon az előterhelést 15 napra követő törés esetén



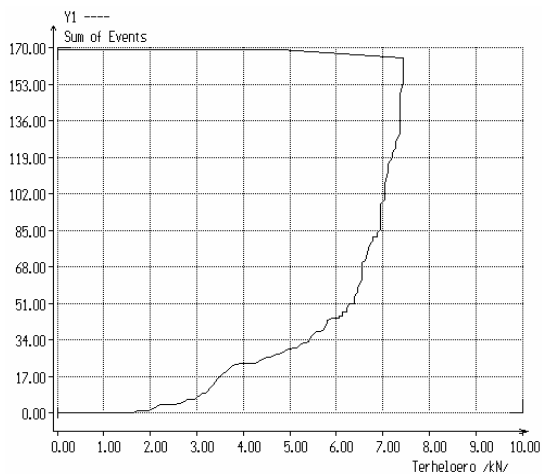
1. minta előterhelés



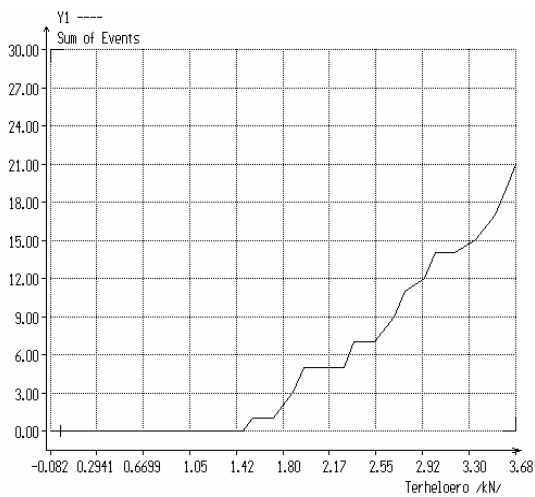
1.minta törés



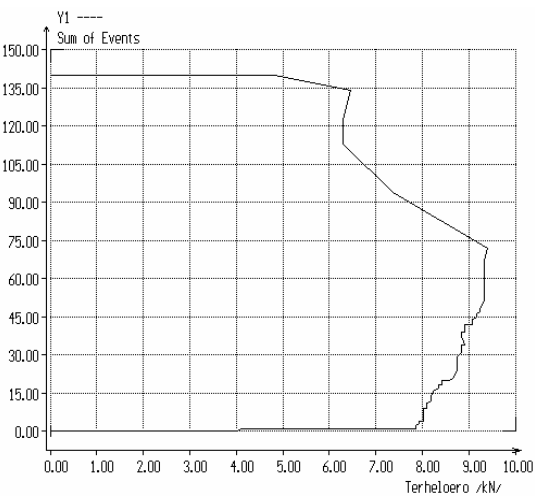
2. minta előterhelés



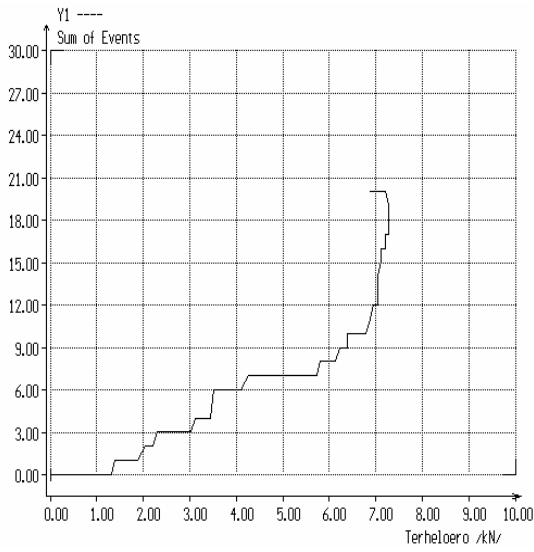
2.minta törés



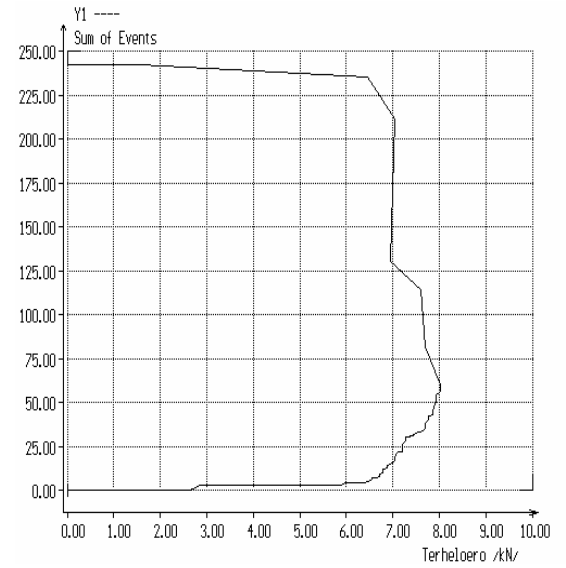
3. minta előterhelés



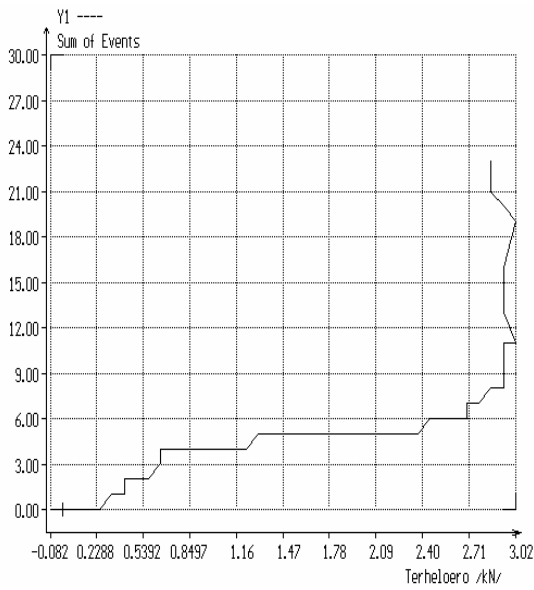
3.minta törés



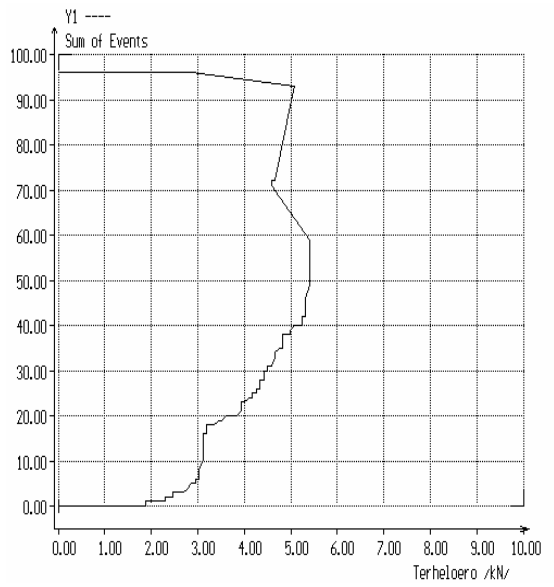
4. minta előterhelés



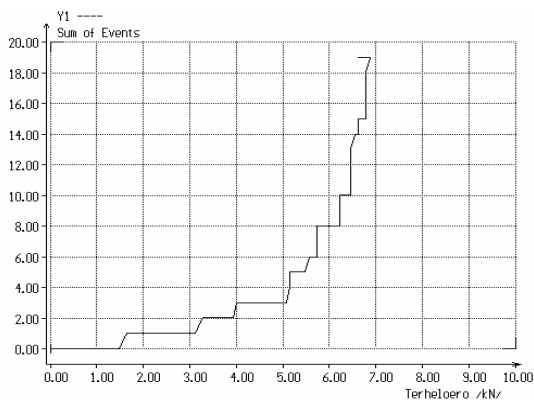
4. minta törés



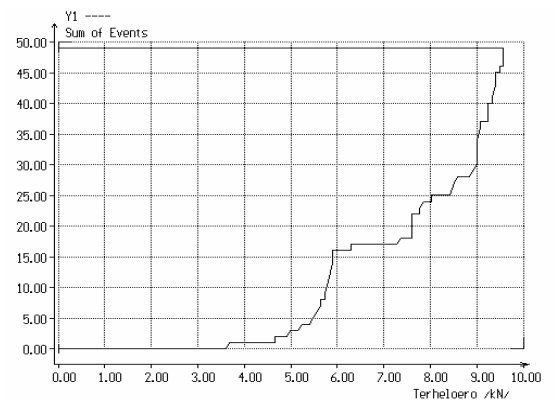
5. minta előterhelés



5. minta törés

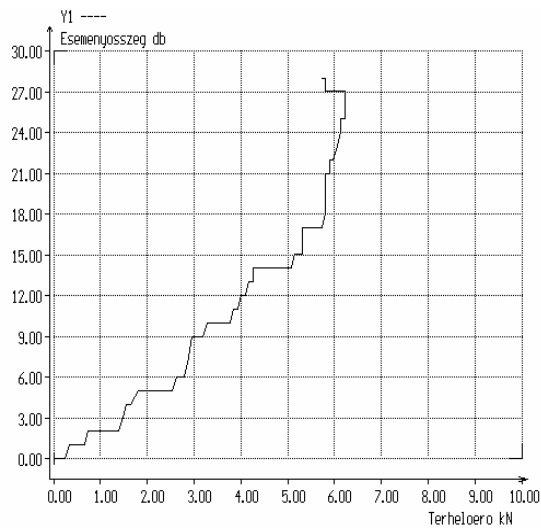


6. minta előterhelés

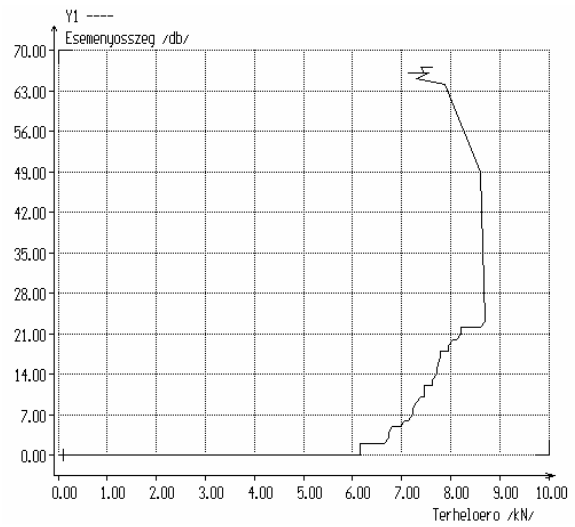


6. minta törés

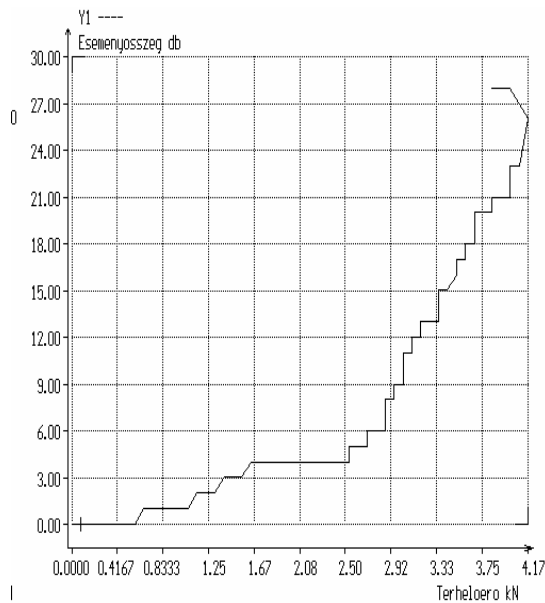
Kaiser effektus vizsgálat az előterhelést 1 hónapra követő törés esetén



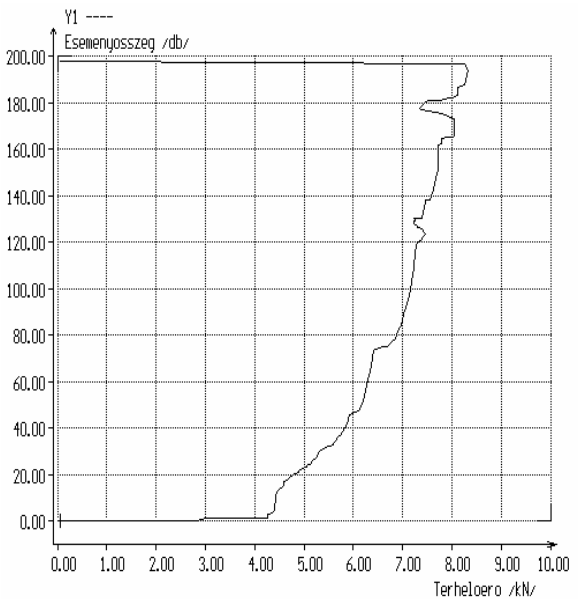
1.minta előterhelés



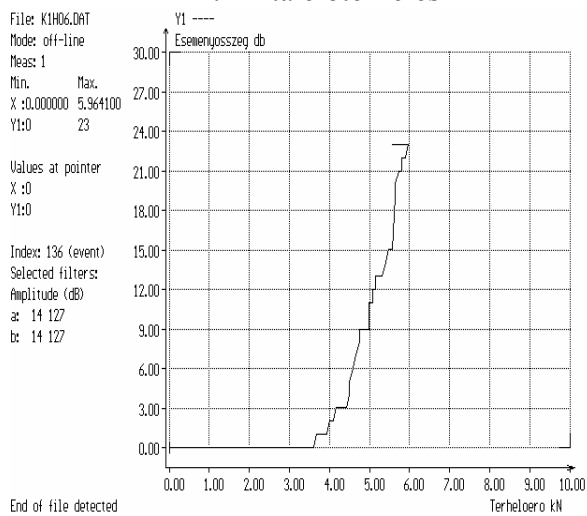
1.minta törés



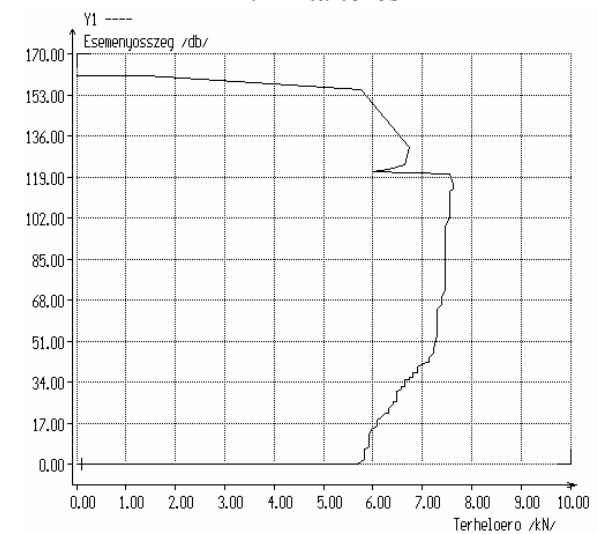
2.minta előterhelés



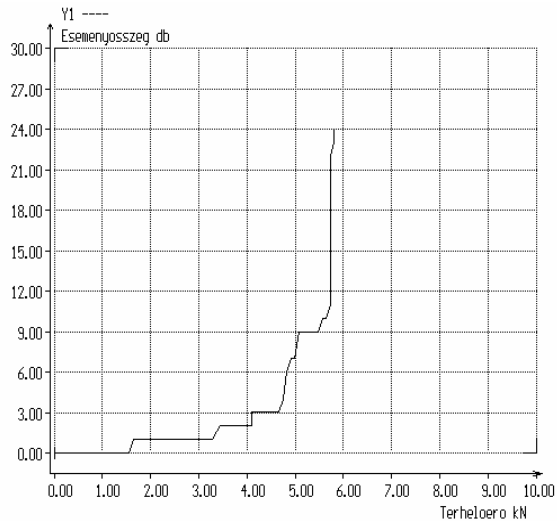
2.minta törés



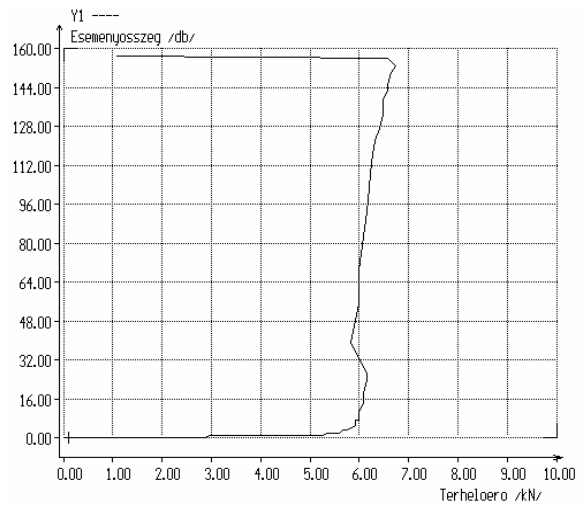
3.minta előterhelés



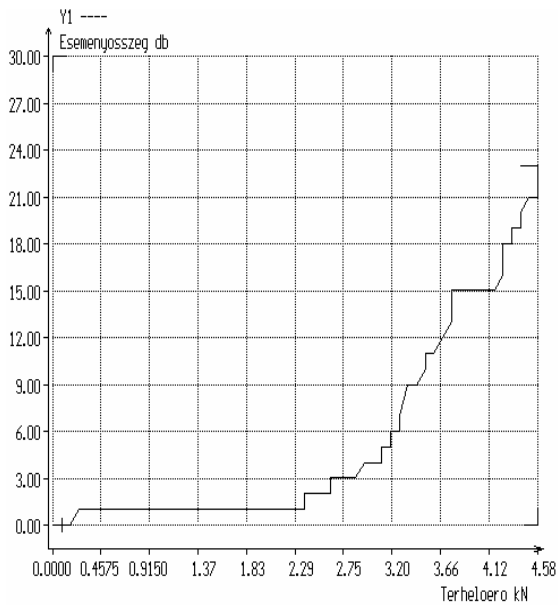
3.minta törés



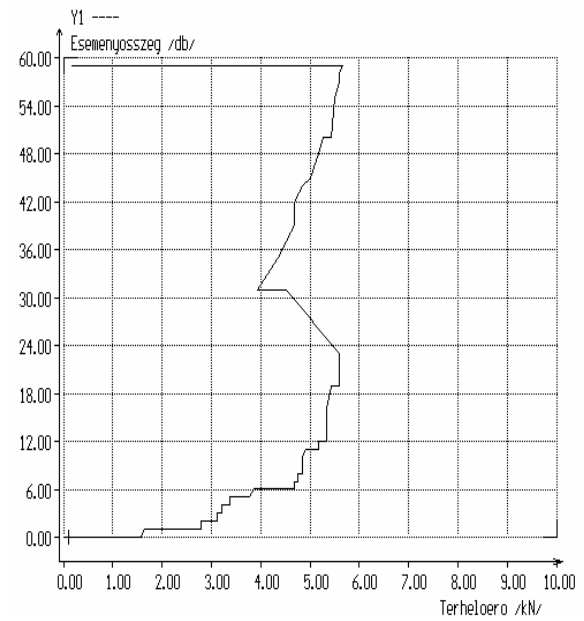
4.minta előterhelés



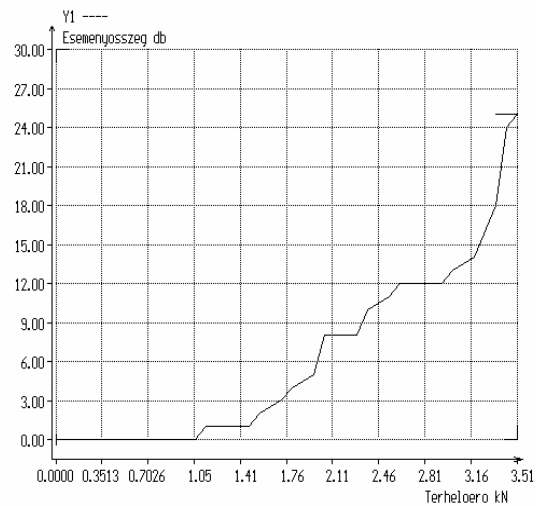
4.minta törés



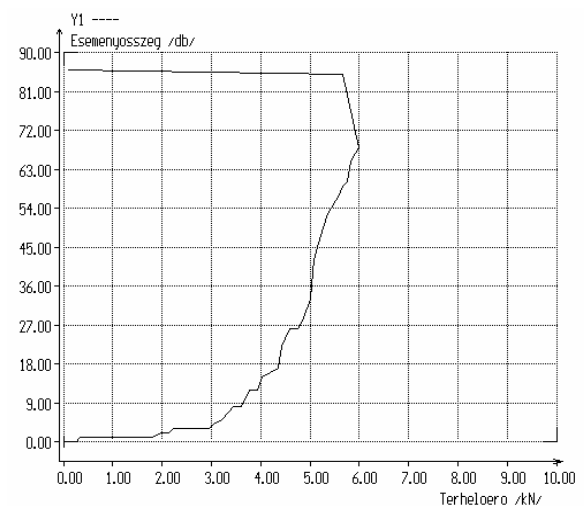
5.minta előterhelés



5.minta törés

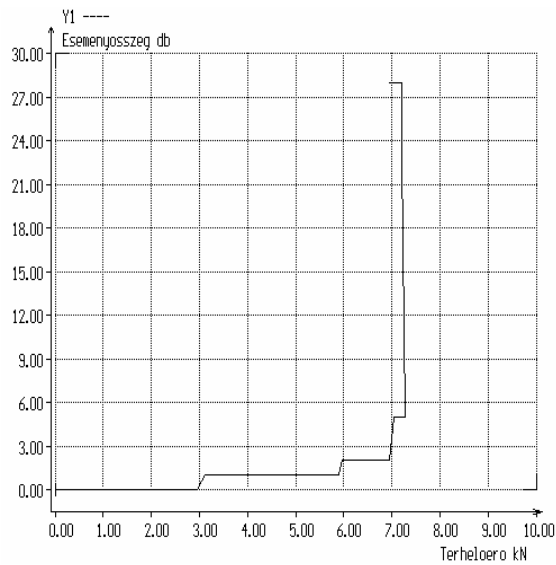


6.minta előterhelés

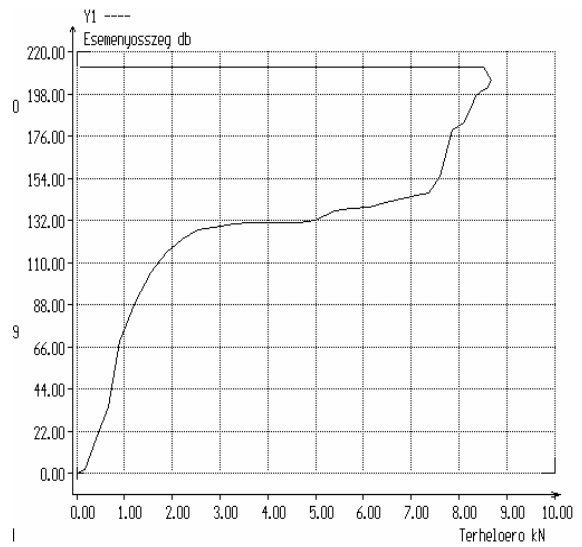


6.minta törés

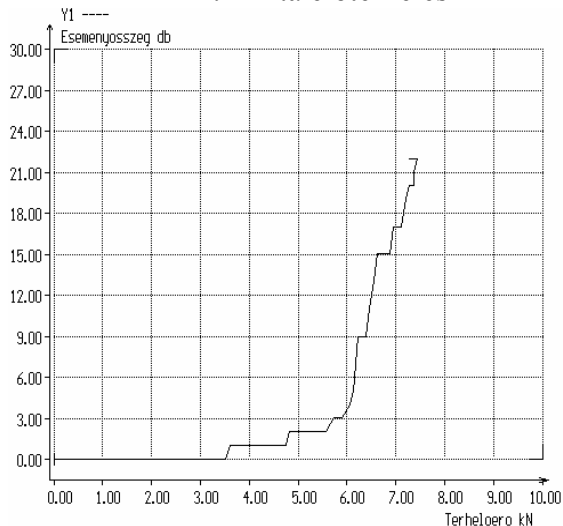
Kaiser effektus vizsgálat az előterhelést 2 hónapra követő töréssel



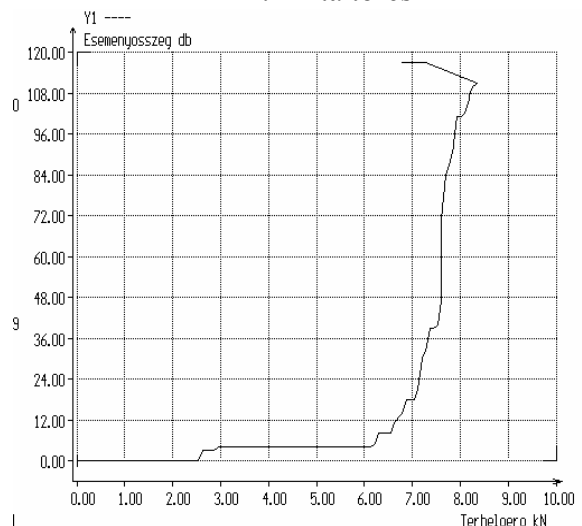
1. minta előterhelés



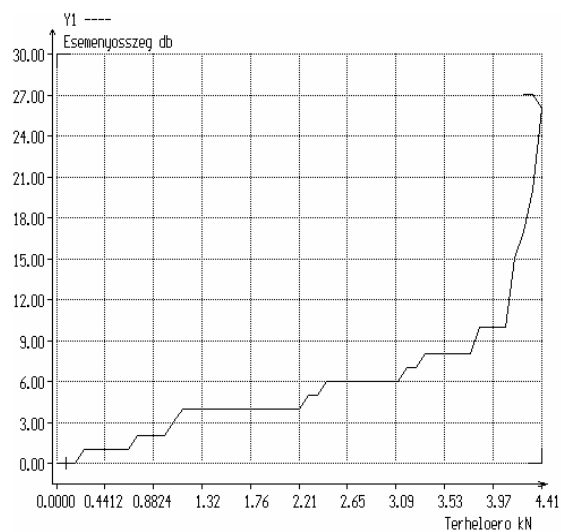
1. minta törés



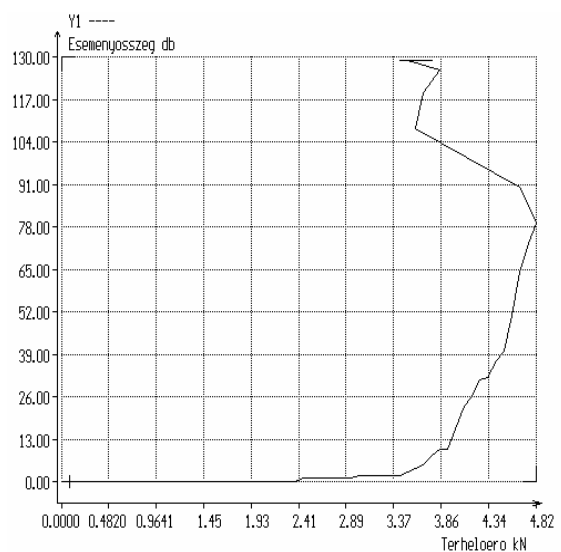
2. minta előterhelés



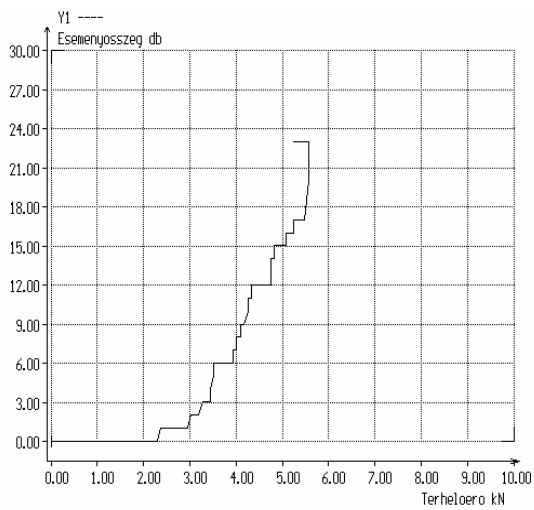
2. minta törés



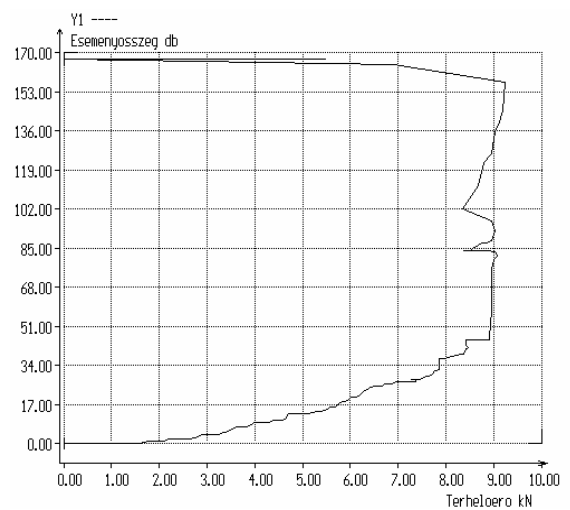
3. minta előterhelés



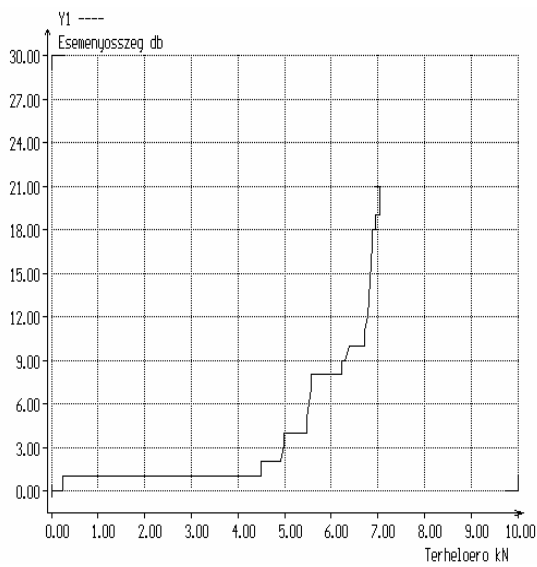
3. minta törés



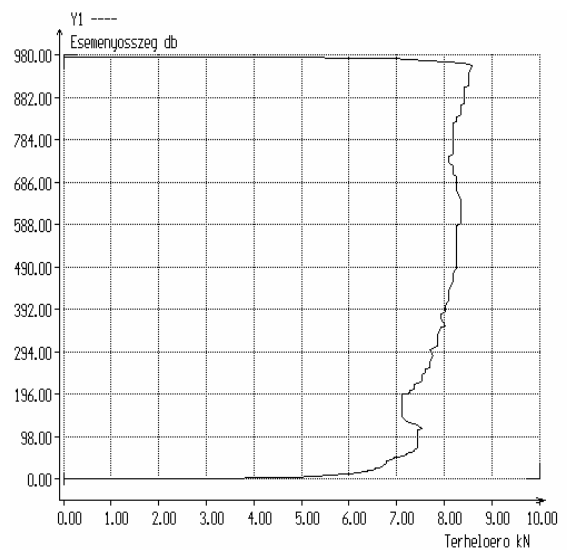
4. minta előterhelés



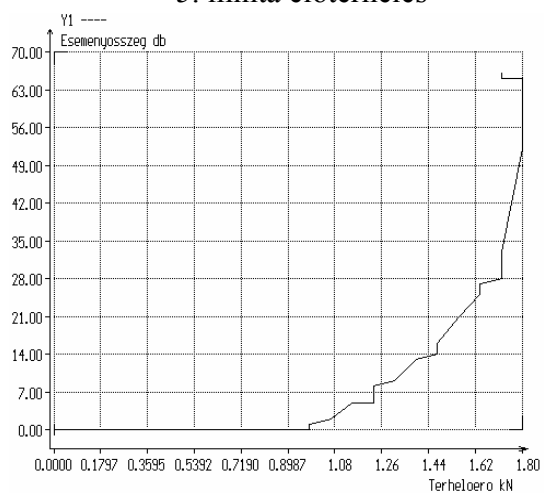
4. minta törés



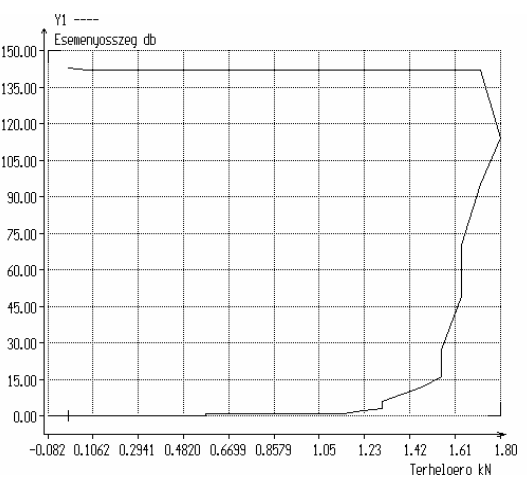
5. minta előterhelés



5. minta törés

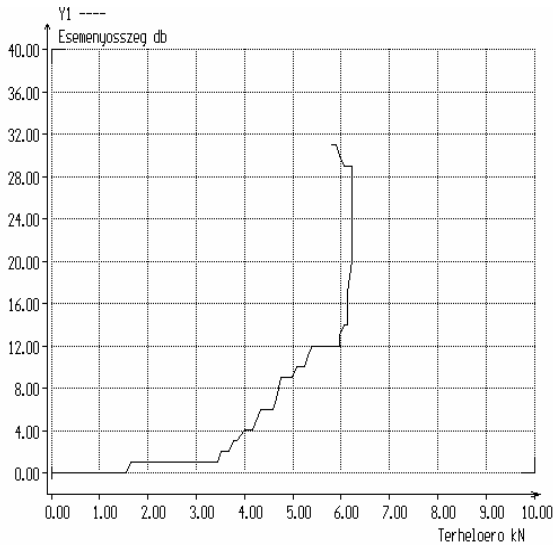


6. minta előterhelés

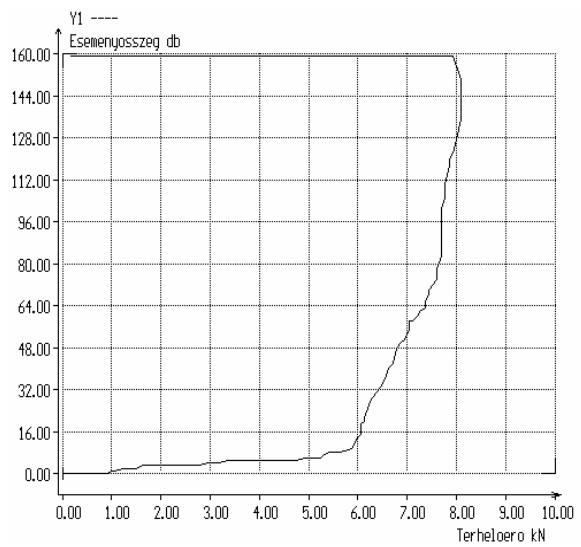


6. minta törés

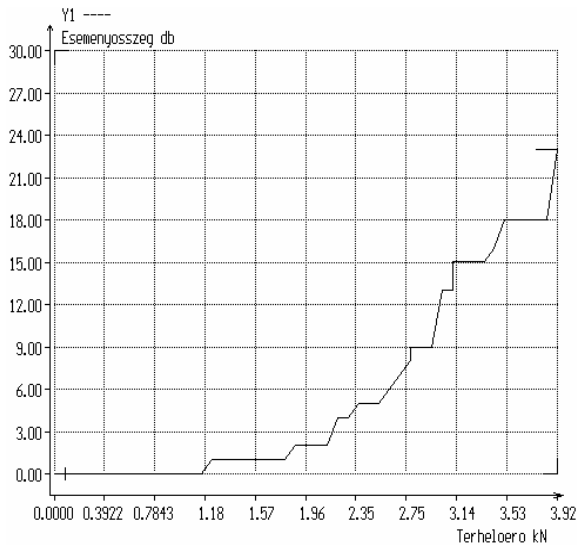
Kaiser effektus vizsgálat az előterhelést követő 24 óra áztatás, 48 óra szárítást és egyensúlyi nedvességtartalomra történő klimatizálást követő töréssel



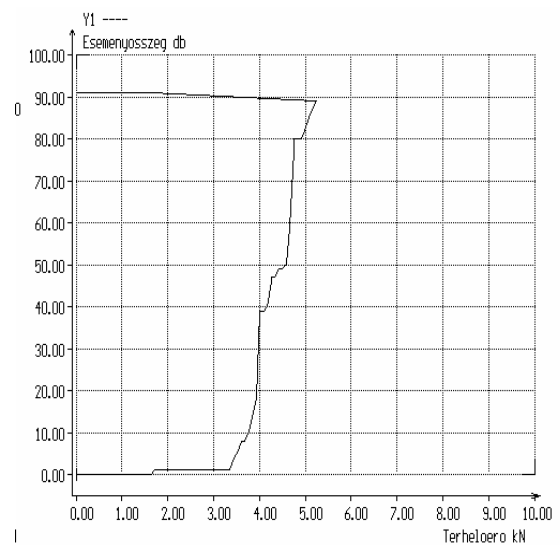
1.minta előterhelés



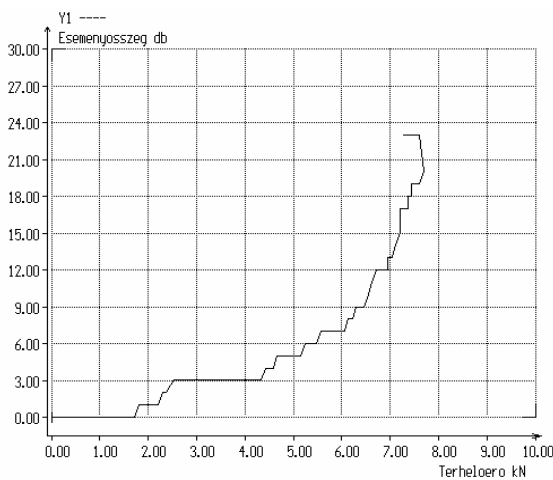
1. minta törés



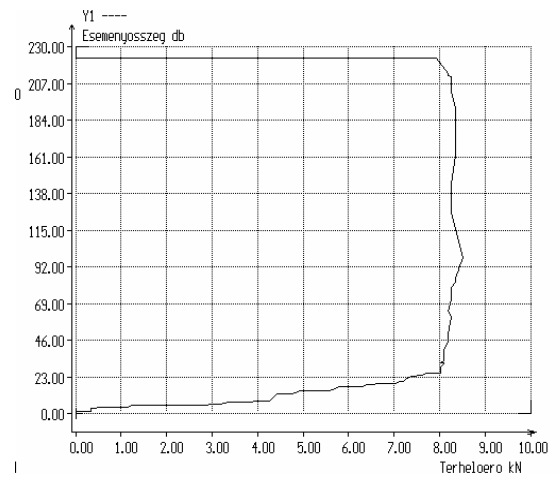
2.minta előterhelés



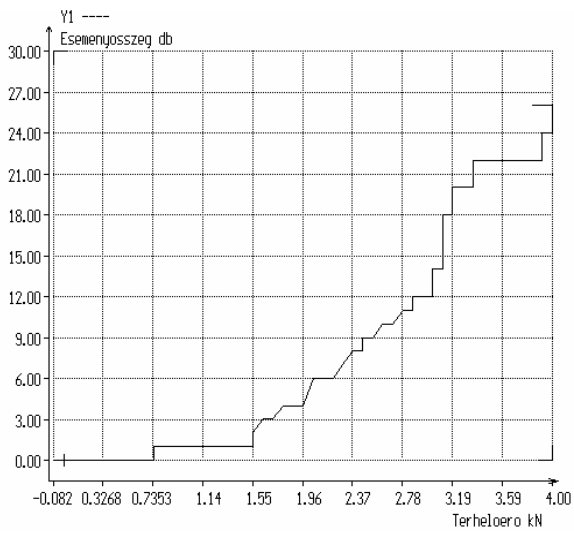
2. minta törés



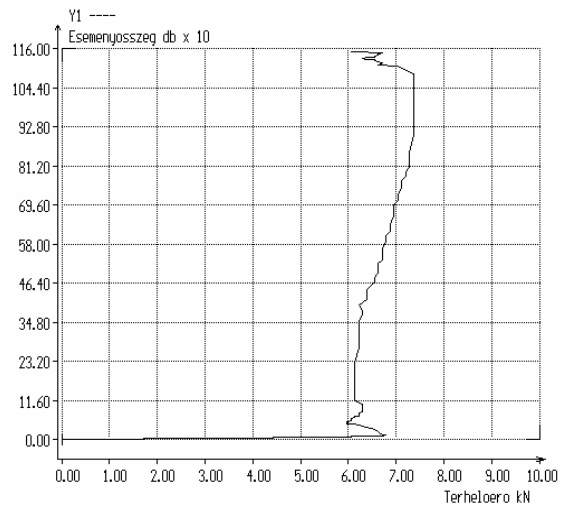
3.minta előterhelés



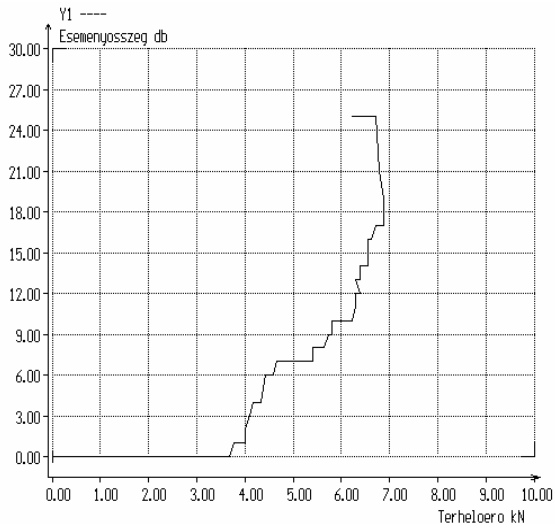
3. minta törés



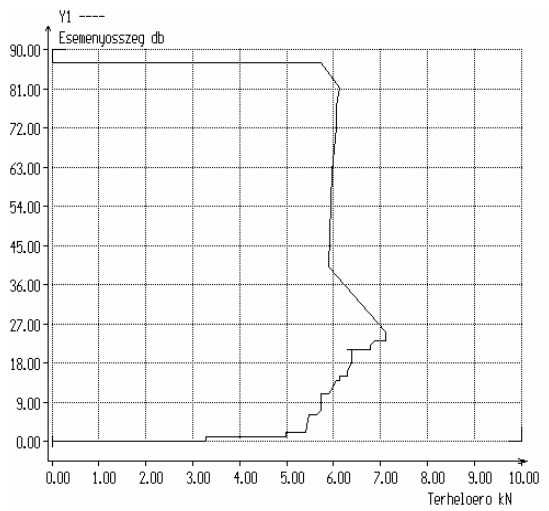
4.minta előterhelés



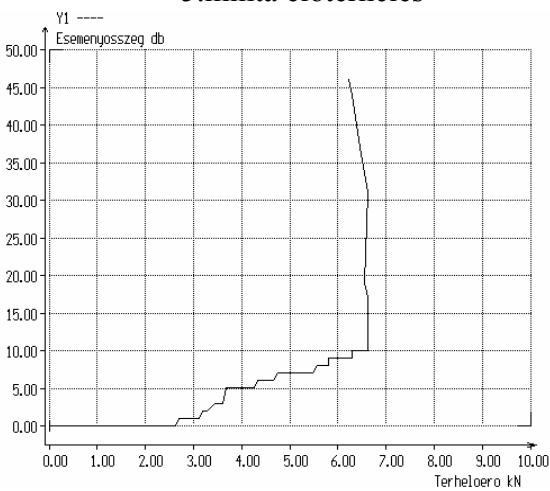
4. minta törés



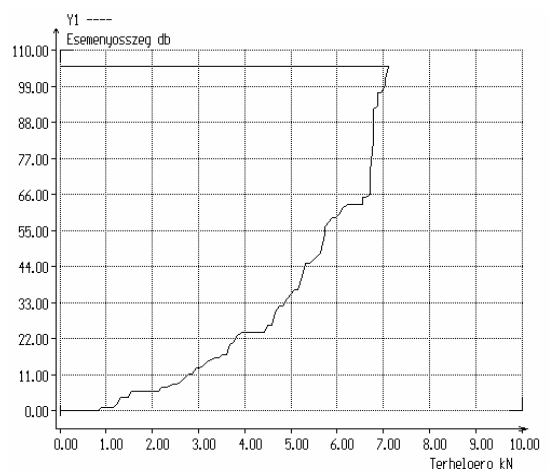
5.minta előterhelés



5. minta törés



6. minta előterhelés

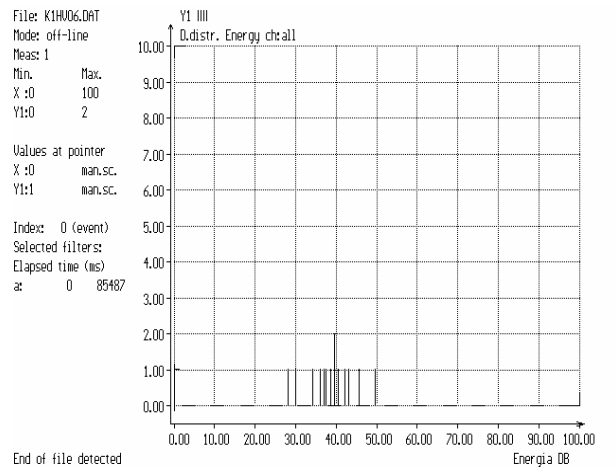
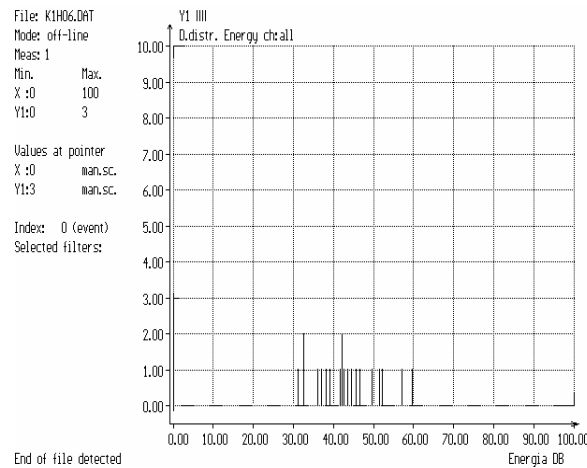
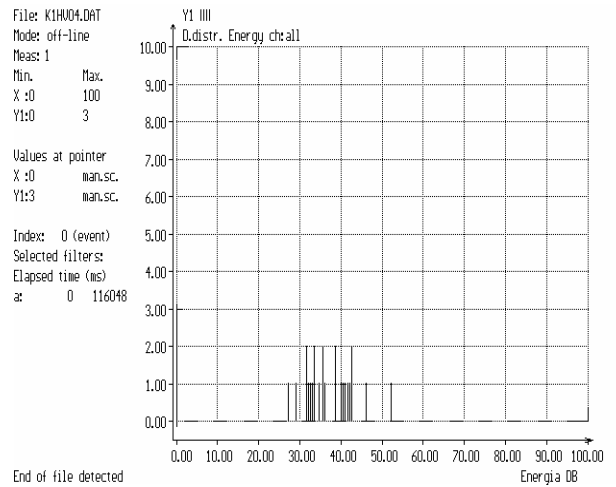
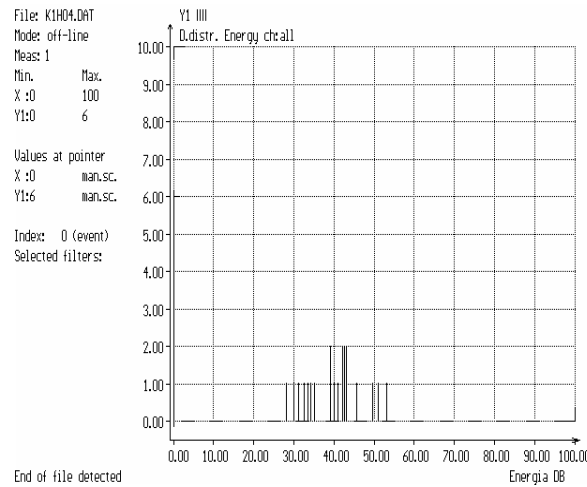
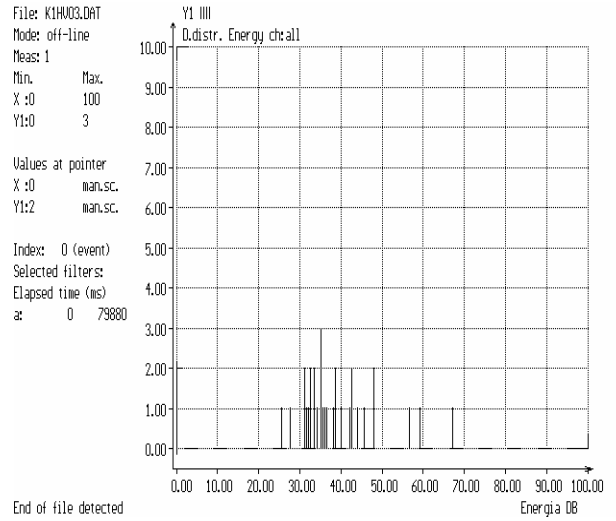
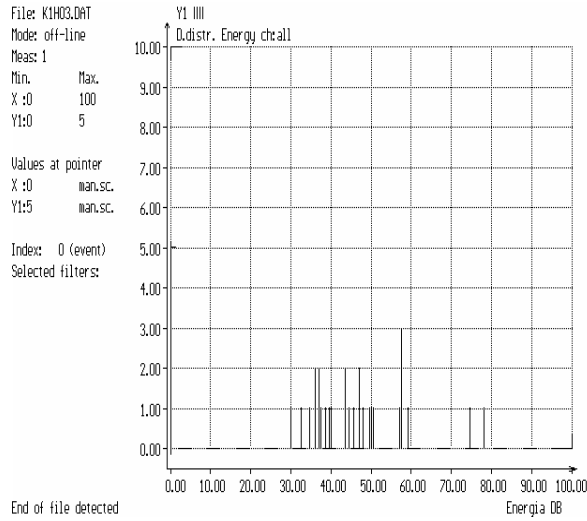


6.minta törés

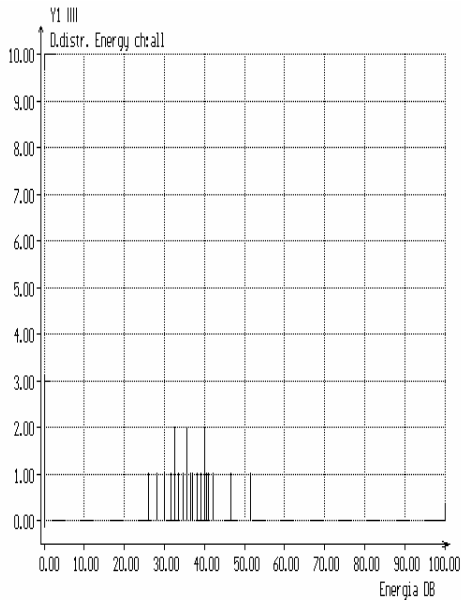
V/B. számú melléklet

Az előterhelést 1 hónapra követő töréssel kapcsolatos Kaiser effektus vizsgálatok energia sűrűség függvényei az előterhelési szint alatt

Baloldali oszlop az előterhelés, míg jobboldali a hozzá tartozó törés során mért események energiasűrűségét mutatja az előterhelési szintig.

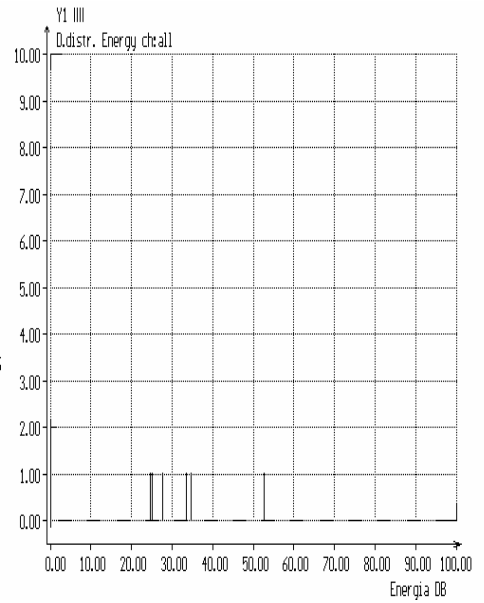


File: K1H07.DAT
 Mode: off-line
 Meas: 1
 Min. Max.
 X :0 100
 Y1:0 3
 Values at pointer
 X :0 man.sc.
 Y1:3 man.sc.
 Index: 0 (event)
 Selected filters:



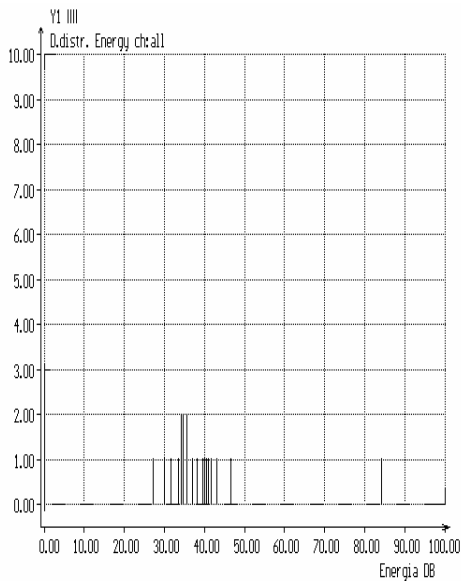
End of file detected

File: K1H07.DAT
 Mode: off-line
 Meas: 1
 Min. Max.
 X :0 100
 Y1:0 2
 Values at pointer
 X :0 man.sc.
 Y1:2 man.sc.
 Index: 0 (event)
 Selected filters:
 Elapsed time (ms)
 at 0 75116



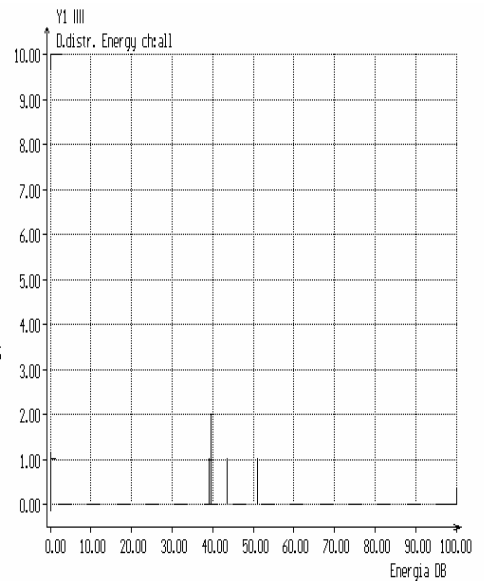
End of file detected

File: K1H08.DAT
 Mode: off-line
 Meas: 1
 Min. Max.
 X :0 100
 Y1:0 3
 Values at pointer
 X :0 man.sc.
 Y1:3 man.sc.
 Index: 0 (event)
 Selected filters:



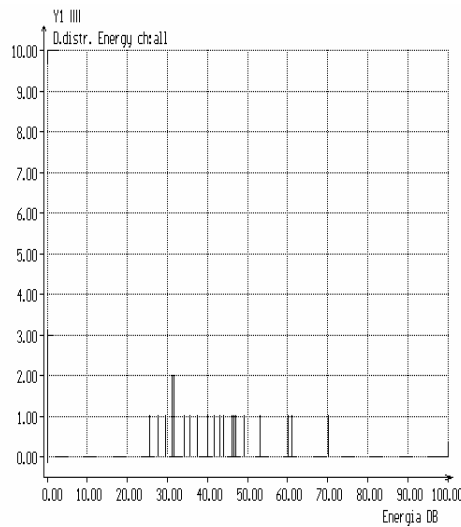
End of file detected

File: K1H08.DAT
 Mode: off-line
 Meas: 1
 Min. Max.
 X :0 100
 Y1:0 2
 Values at pointer
 X :0 man.sc.
 Y1:1 man.sc.
 Index: 0 (event)
 Selected filters:
 Elapsed time (ms)
 at 0 95206



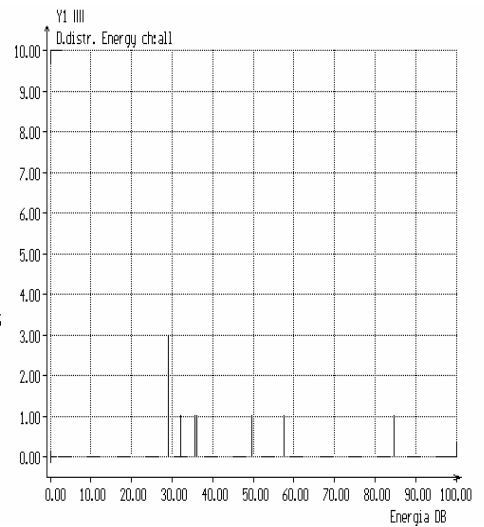
End of file detected

File: K1H09.DAT
 Mode: off-line
 Meas: 1
 Min. Max.
 X :0 100
 Y1:0 3
 Values at pointer
 X :0 man.sc.
 Y1:3 man.sc.
 Index: 0 (event)
 Selected filters:



End of file detected

File: K1H09.DAT
 Mode: off-line
 Meas: 1
 Min. Max.
 X :0 100
 Y1:0 3
 Values at pointer
 X :0 man.sc.
 Y1:0 man.sc.
 Index: 0 (event)
 Selected filters:
 Elapsed time (ms)
 at 0 38816

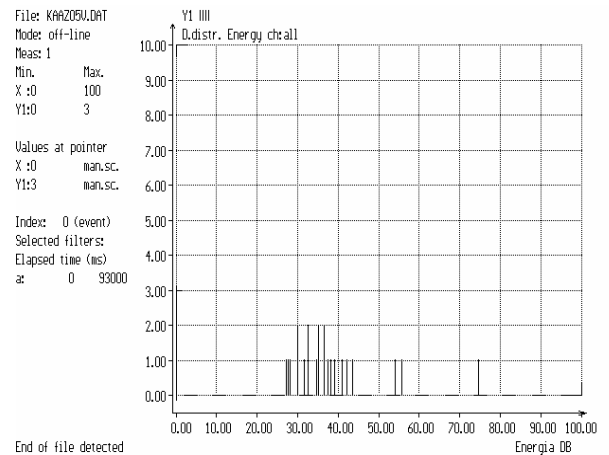
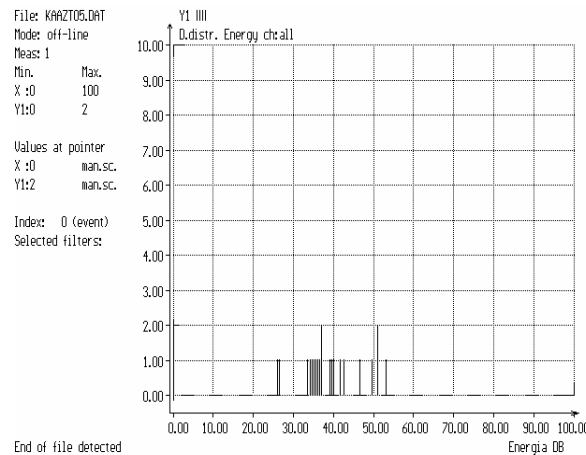
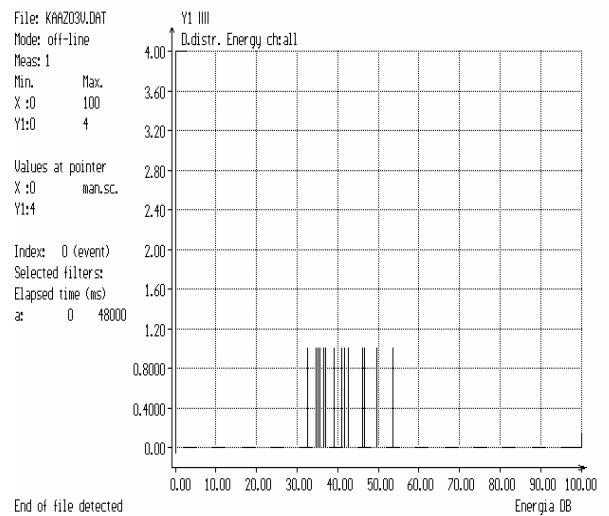
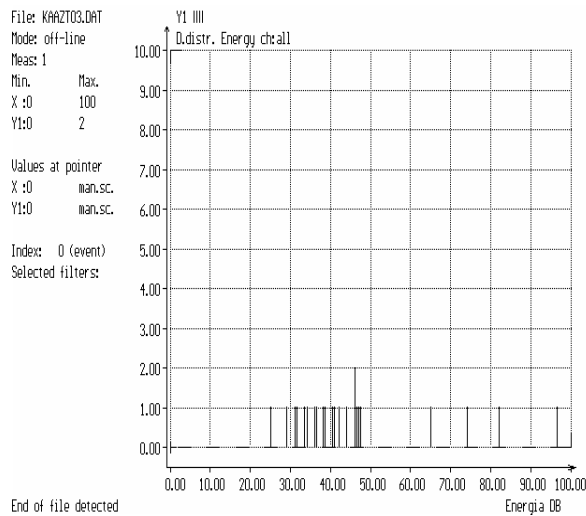
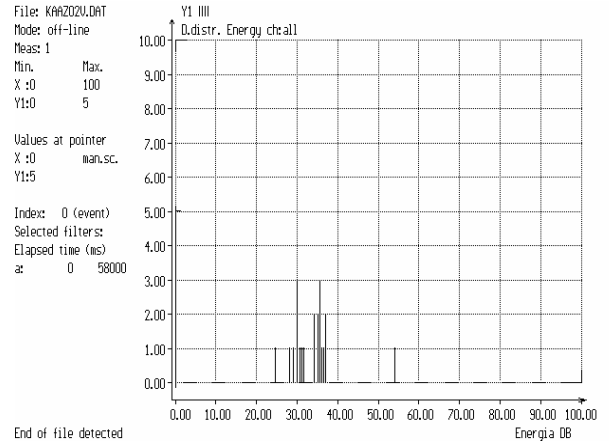
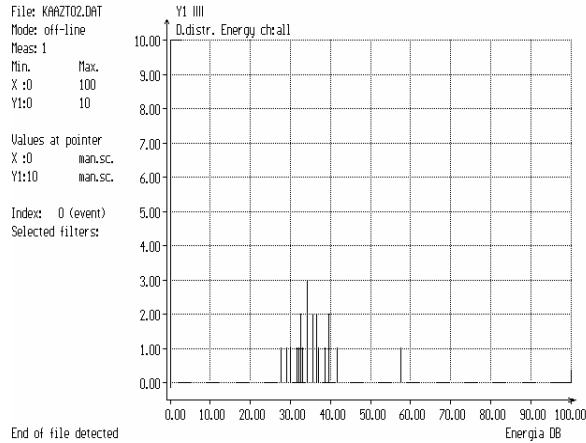


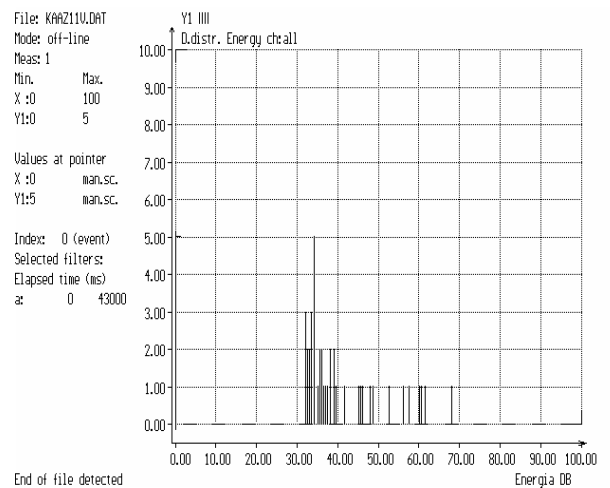
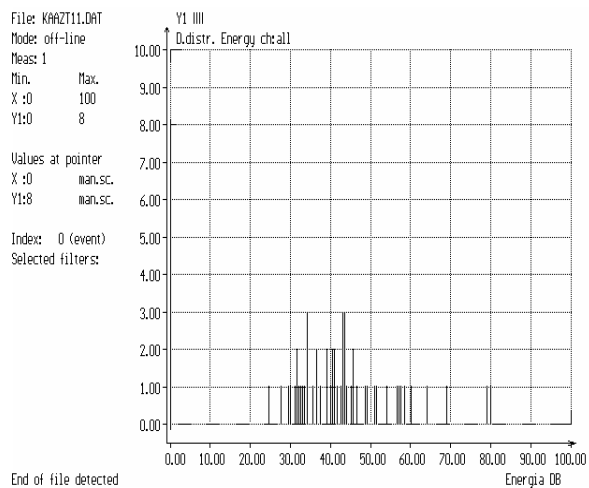
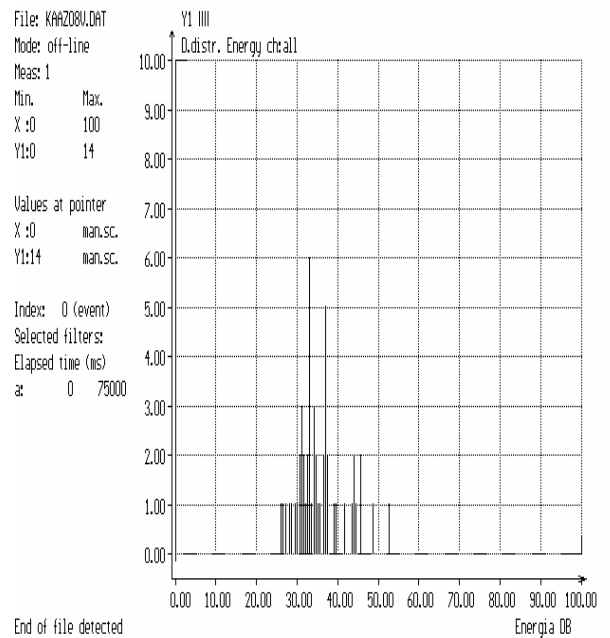
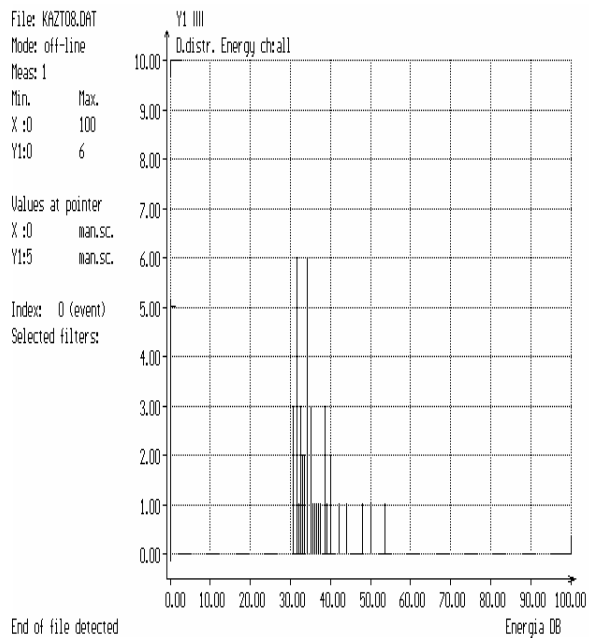
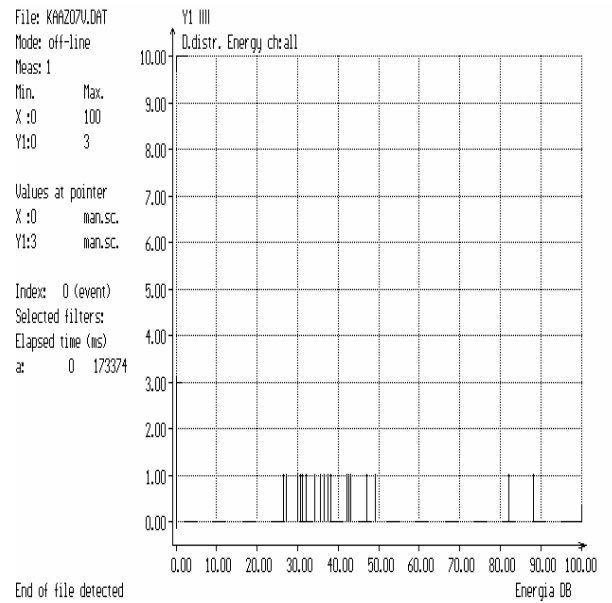
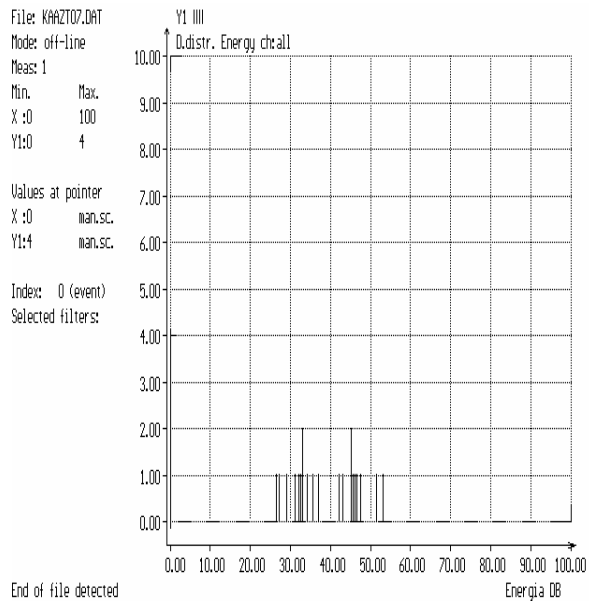
End of file detected

V/B. melléklet

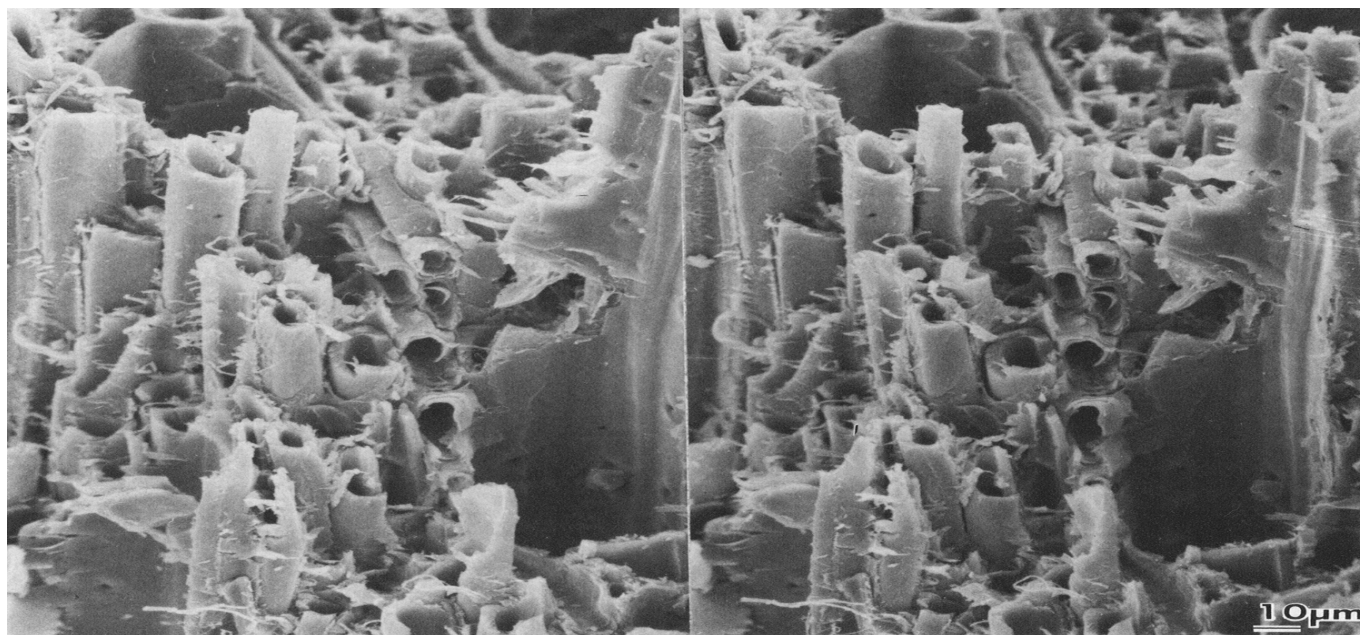
Az előterhelést követő 24 órás áztatást és klimatizálást követő törések eseményeinek energia sűrűség függvényei az előterhelési szint alatt

A bal oldali oszlop adott minta előterhelése során kapott események energia sűrűségfüggvényeit, míg a mellette lévő jobboldali a törés során az előterhelés értékéig kapott események energiaértékeit mutatja.

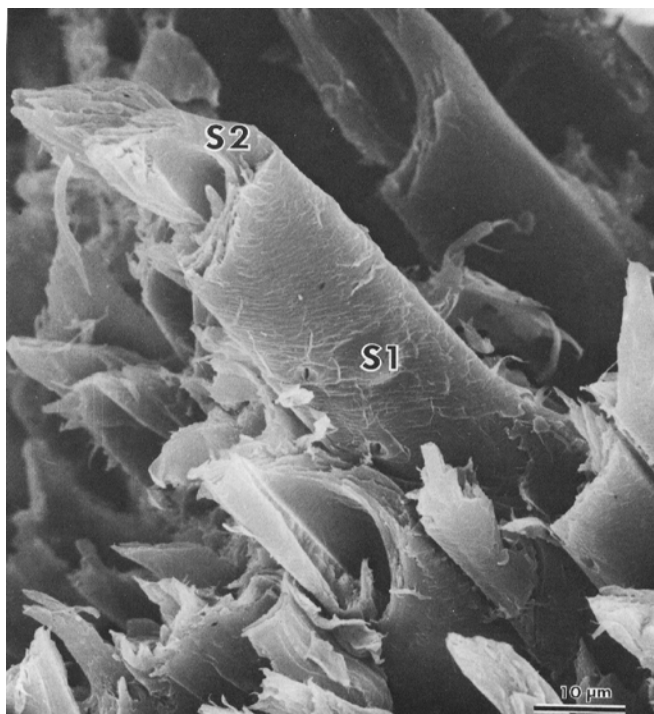




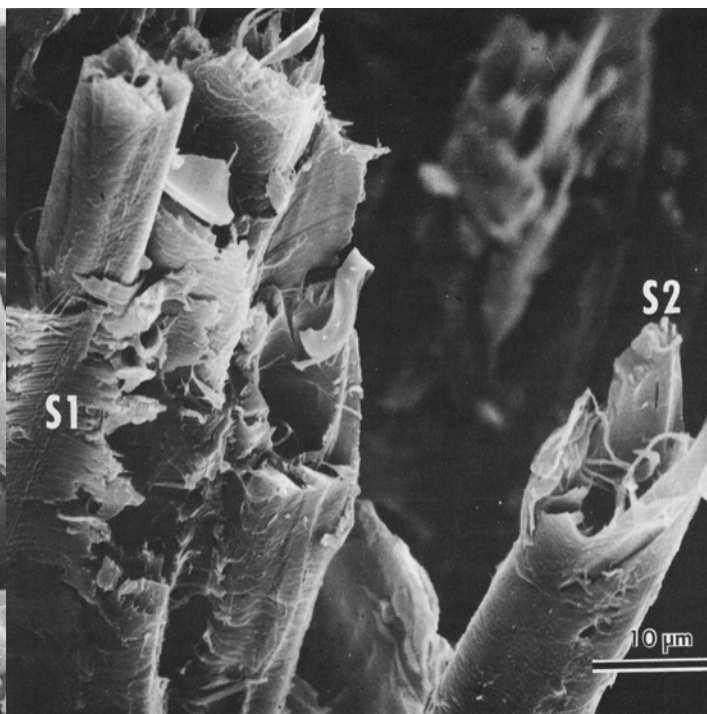
VI. számú melléklet
Rostokkal párhuzamosan húzott faanyag tönkremenetelének
elektron-mikroszkópos képei



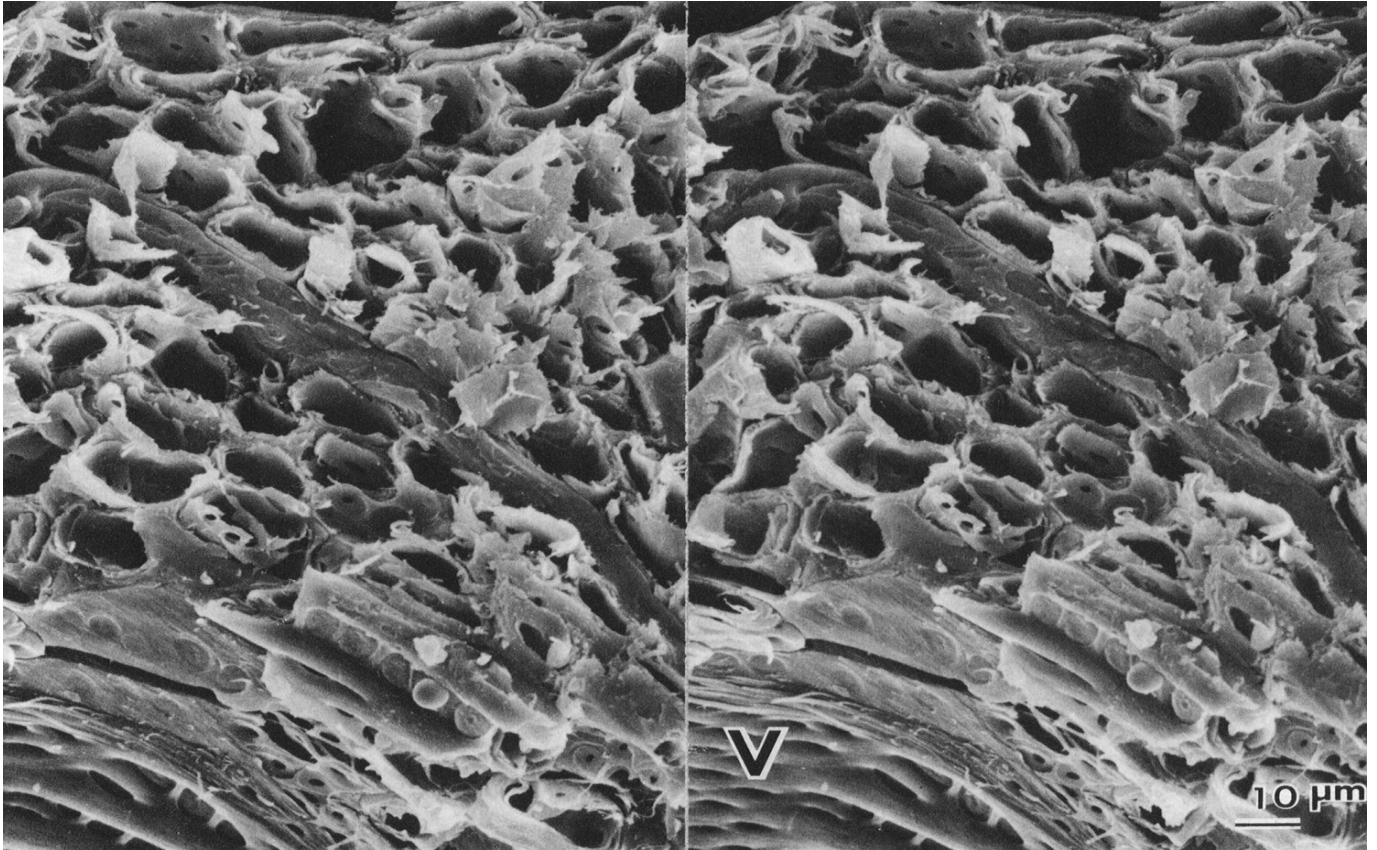
1.kép. A kis fajsúlyú gumifa húzási igénybevétele esetén a sejtfalon átmenő törések a jellemzőek a vékony sejtfalak miatt. Néhány sejtfalon belüli törés is található a páros felvételen és ez mint annyi más esetben az S1/S2 határfelületen jelenik meg.



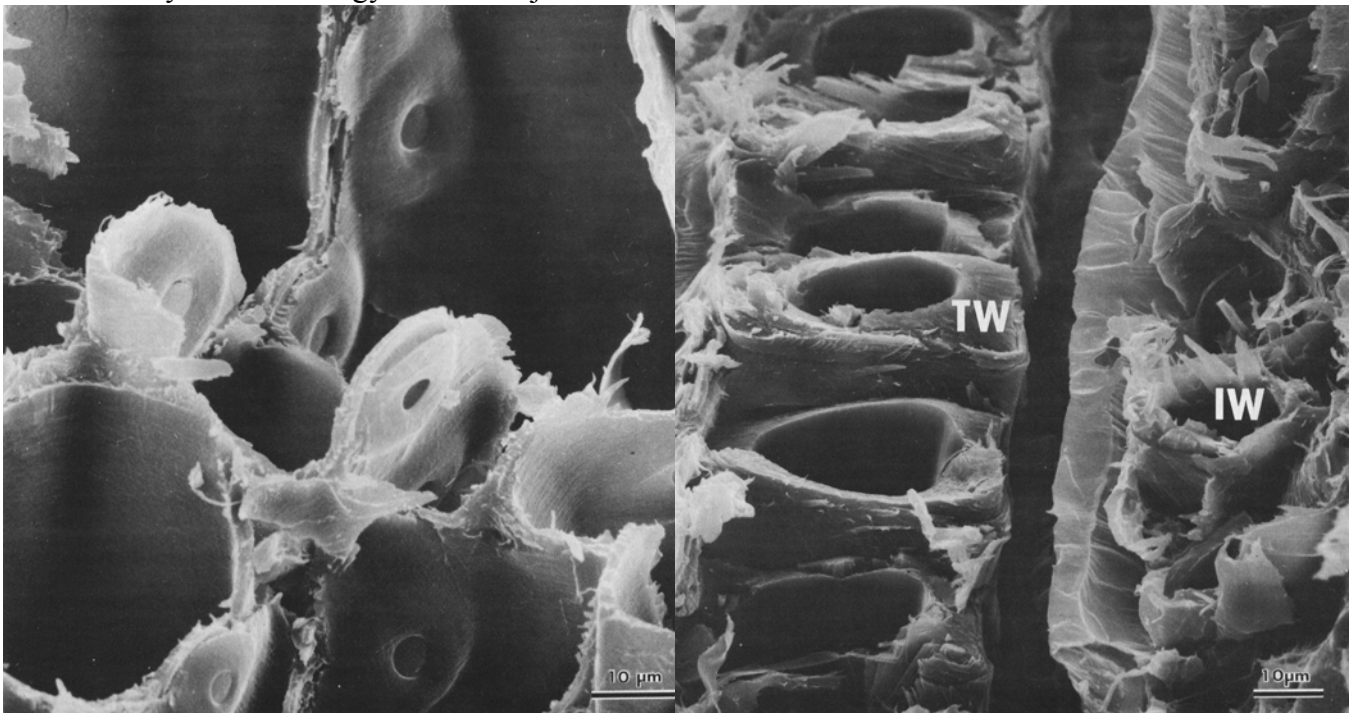
2.kép. Magasabb fajsúlyú fafajoknál mint a vörös tölgy húzás esetén kevésbé éles töréssel törnek. Számos különálló rost kinyúlik a törési felületről. Tiszta sejtfalon belüli tönkremenetel a jellemző mint S1 és S2 mikrofibrilláris orientációra, mely jól látható a képen.



3.kép. A lecsavarodási viselkedés jelenik meg a rostirányú húzással terhelt hikori próbatesten ugyanúgy mint más esetekben. Túlnyomórészt sejtfalon belüli törés következik be az S1/S2 rétegben, míg átmenő törés az S2-ben a legjellemzőbb.

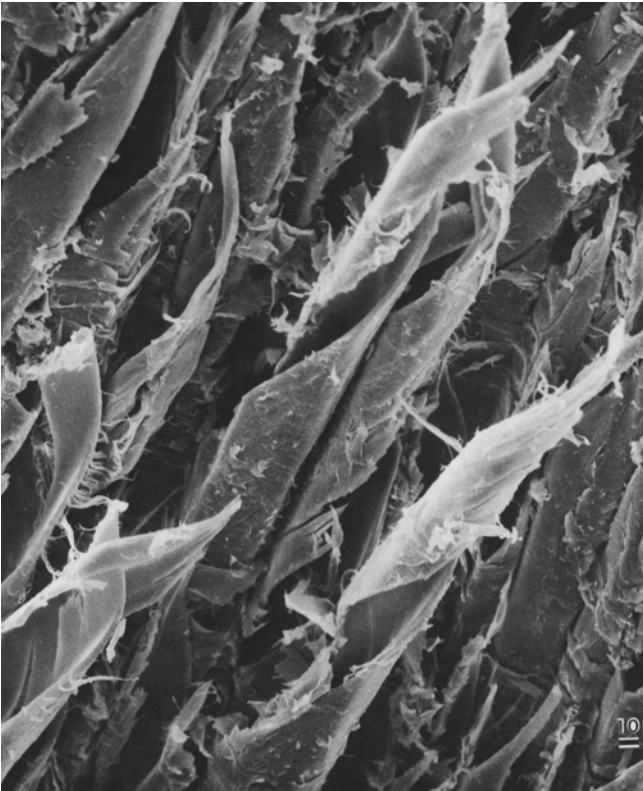


4.kép. Vörös tölgy korai-pásztjáról készült felvételt mutat, a durva átmenő törések szemléltetésére rostok és edények esetén. Nagyon kevés sejtfal kihúzóaszt találunk.



5.kép. Az irodalomban sokat olvashatunk az udvaros gödörkék szerepéről a sejtfal törésében fenyőknél. Ez egy a kevés tiszta felvételtől mely ezek ellenállását mutatja a sejtfalon átmenő töréssel szemben. A törés vonala a déli fenyő korai pásztájában követi az udvaros gödörkék gyűrűjének vonalát számos esetben.

6.kép. A kép bal oldalán egy sor vastag falú edényt látunk a déli fenyő késői pásztájában. Mindegyik sejtfalon átmenő töréssel ment tönkre, míg a „belső sugar” másik oldalán, mely a képet tetejétől az aljáig szeli át inkább sejtfalon belüli törést láthatunk.



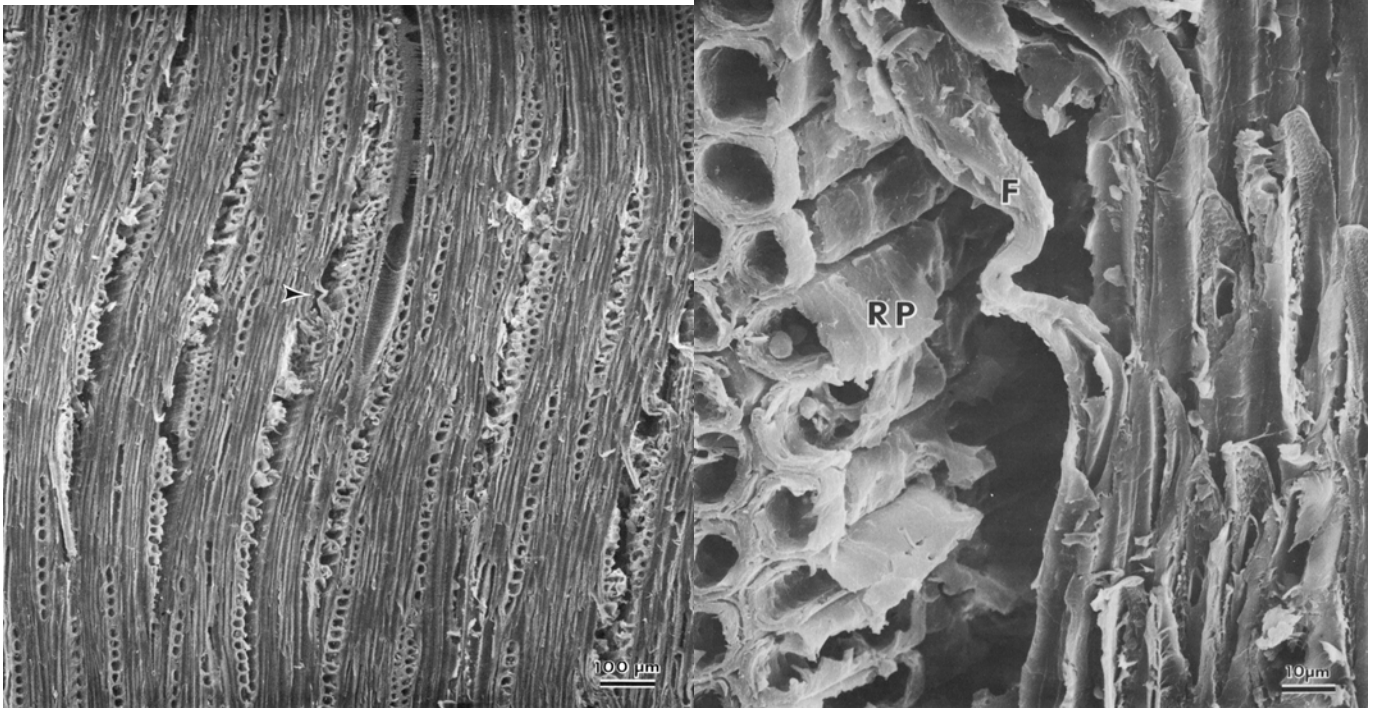
7.kép. A kép a déli fenyő késői pásztájának húzásra való tönkremenetelét mutatja, amikor is az S2 rétegek kihúzódnak S1-ből, így feltételezhetően a próbatest másik darabján megtalálhatóak. A lecsavarodási jelenség megtalálható mindkét keményfa és a fenyő esetén is az egész törési felület mentén, mely S2 rétegekből áll és más rétegek kisebb részeiből.



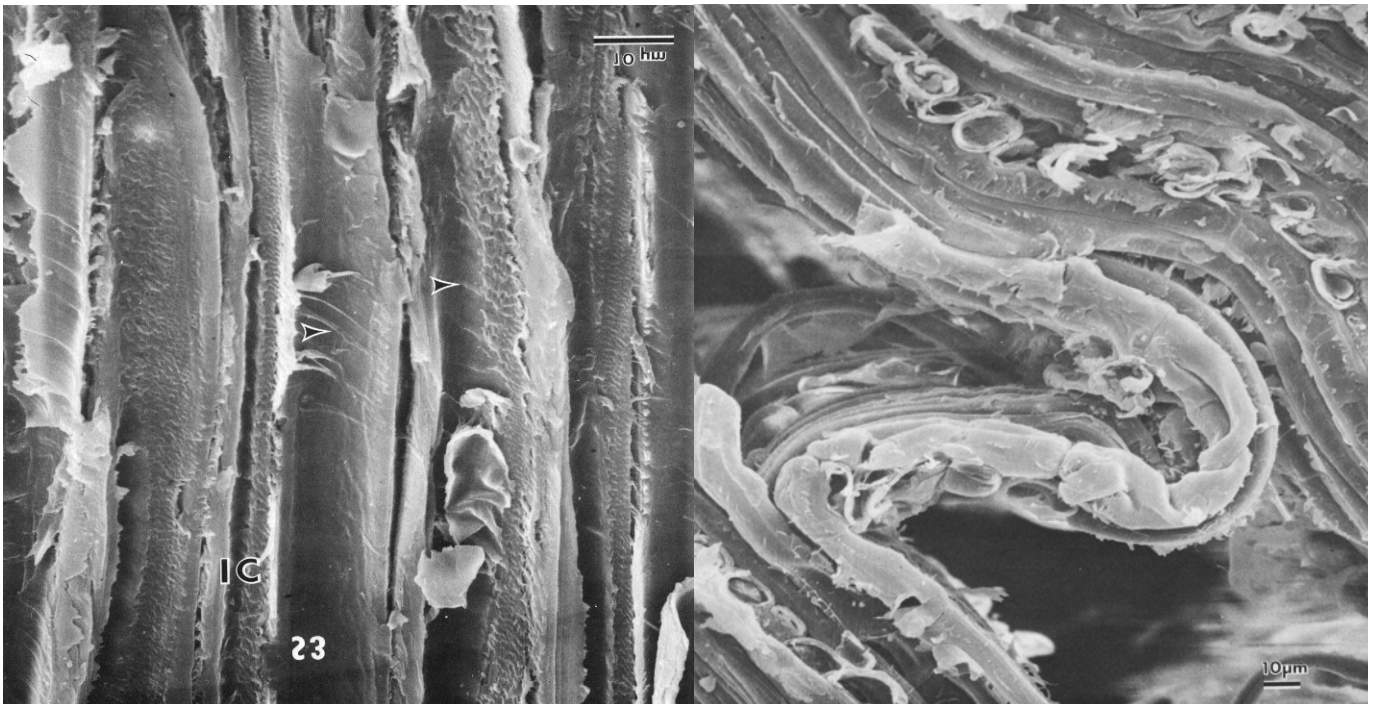
8.kép Akác törési képe, melyen mind húzási mind nyomási és nyírási tönkremenetel megfigyelhető.

VII. melléklet

Rostokkal párhuzamos nyomás hatására bekövetkezett tönkremenetek elektronmikroszkópos felvételei

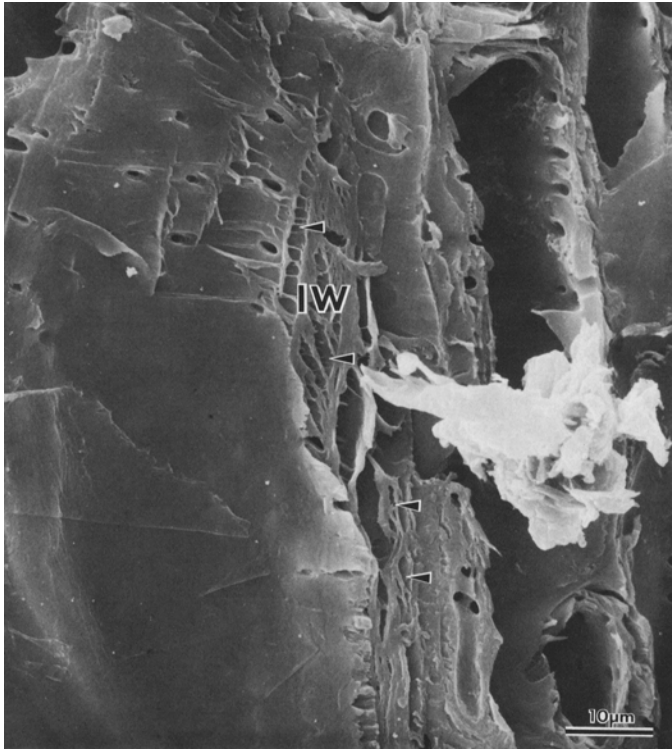


1.kép Vörös tölgy tangenciális metszete nyomóvizsgálat után, mutatja a bélsugarak elhajlását és a szétválások kezdetét a bélsugarak környezetében. Sejtek közötti törések jönnek létre a bélsugarak alatt és felett, de a rost és bélsugár határfelületeken is megkezdődik a törés a legtöbb esetben. A nyíllal mutatott rész kinagyítva a jobboldali képen látható. A baloldali kép nyíllal jelölt részének tízszeres kinagyítását látjuk. A rostok elhajlása és a rostok bélsugaraktól való elválásai a sejtközi tönkremenetel során jól láthatók.

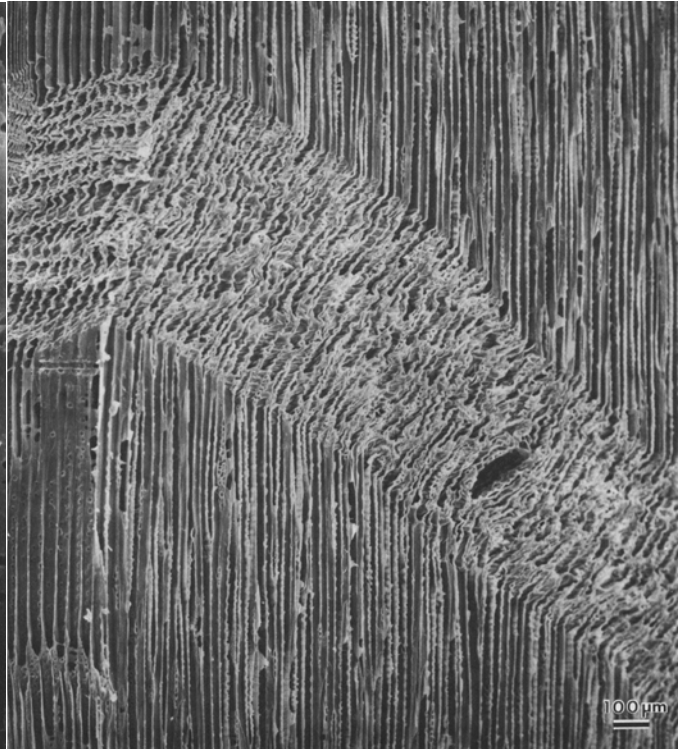


2.kép. Hikori nyomó próbatest, mely sejtfa deformációját mutatja a sejtüregben, valamint a rostok elválását a közép lamella mentén. Sejtfaon belüli törést is megfigyelhetünk míg a nyilak S3 deformálódását mutatják.

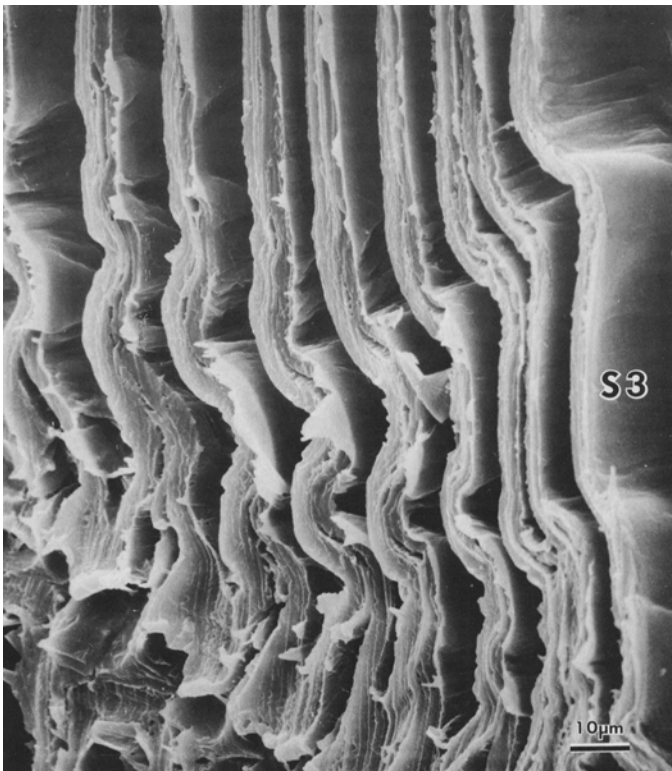
3.kép. Gumifa rosttal párhuzamos nyomását mutatja. A különösen nagy alakváltozás az elhajló részek alatt és felett elválást okoz. Sejtközi és sejtfaon belüli tönkremenetel is látható.



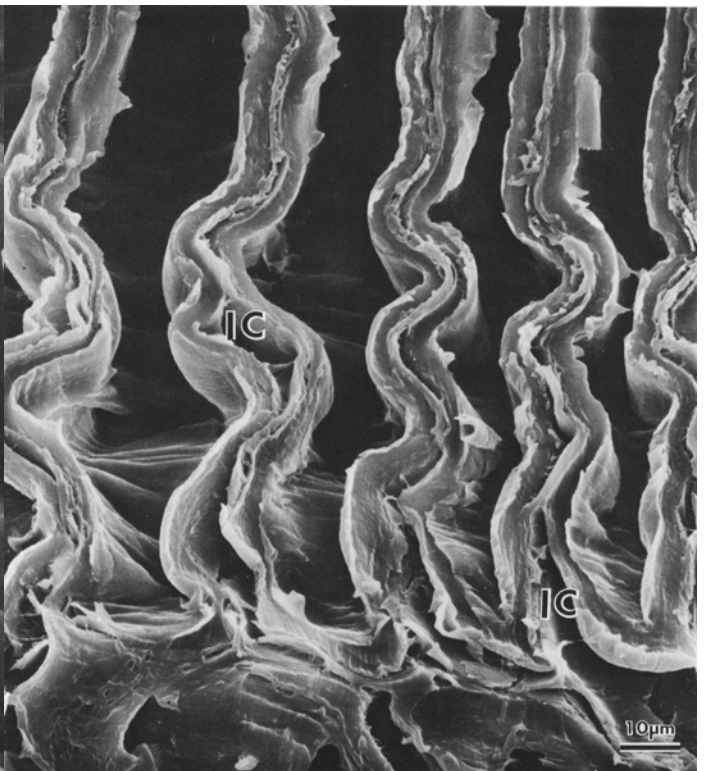
4.kép. Rosttal párhuzamos nyomásnak kitett vöröstölgy próbatest részeinek elhajlását, annak kezdeti stádiumát mutatja a kép (nyíl) sejtfaon belül.



5.kép. A tönkrementel vonala fenyők esetén más képet ad mint azt déli fenyő esetén láthatjuk. A törésvonal hosszteneggellyel bezárt jellemző 45-60°-os lefutási szöge jól látható.

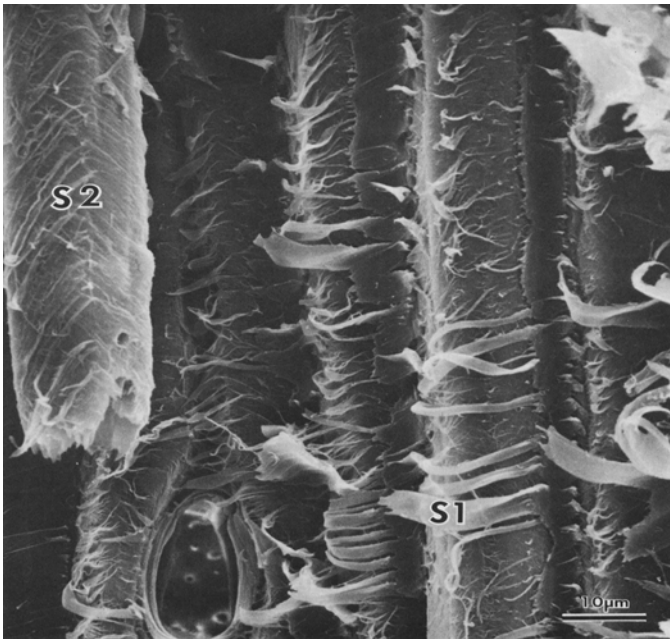


6.kép. Az 5.képen látható minta késői pásztájának kinagyítása látható. A törési zóna jól mutatja a tracheidák jellemző elhajlását, mely S3 réteg elcsavarodását eredményezi és sejtközi törés jön létre.

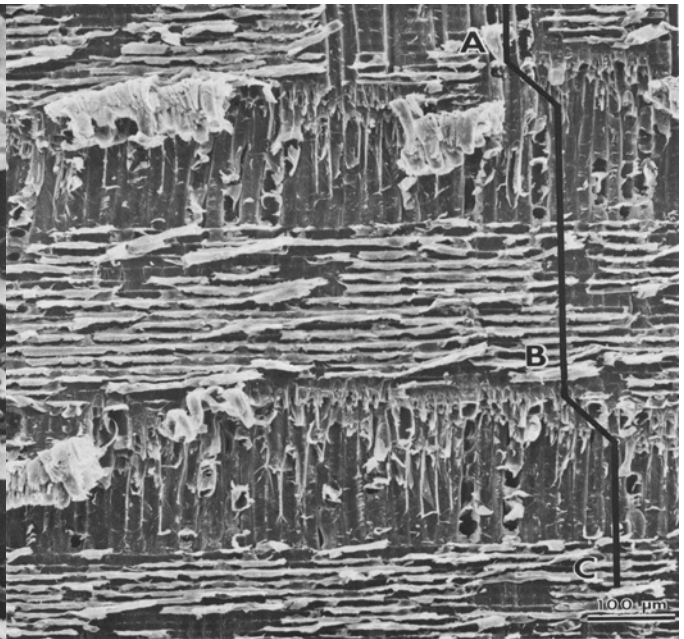


7.kép. A sejtközi tönkrementel még szembetűnőbb ha minimális bevonattal látják el a próbatestet.

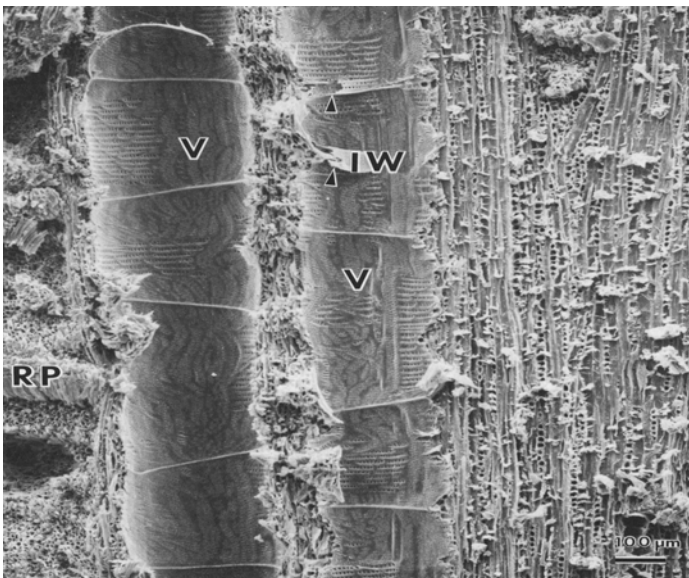
VIII. számú melléklet
Nyírásnak kitett faanyag tönkremenetelének
elektronmikroszkópos felvételei



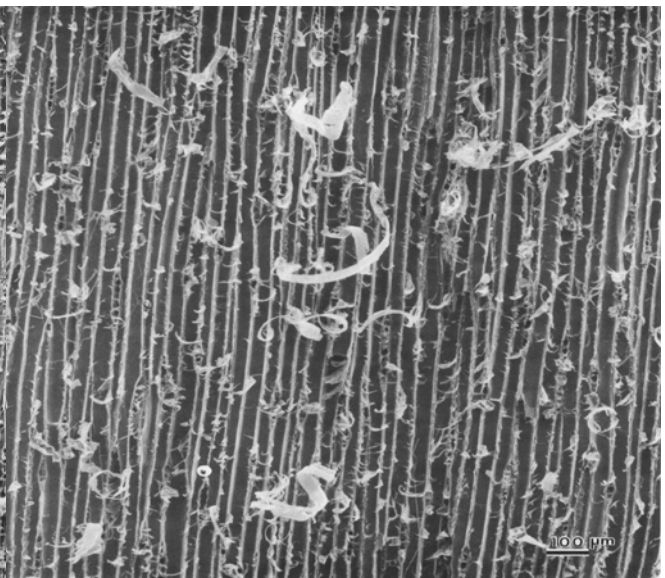
1.kép. A sejtfaon belüli tönkremenetel túlsúlyban van vastag falú sejtekkel rendelkező hikori próbatess esetén tangenciális nyírás során. Az S2 és S1 mint legfontosabb rétegek láthatók a képen. Sejtfaon belüli tönkremenetel legtöbbször ezen két réteg valamelyikében vagy e kettő határfelületén következik be. A kép alján látható parenchima sejt átmenő törést szenvedett.



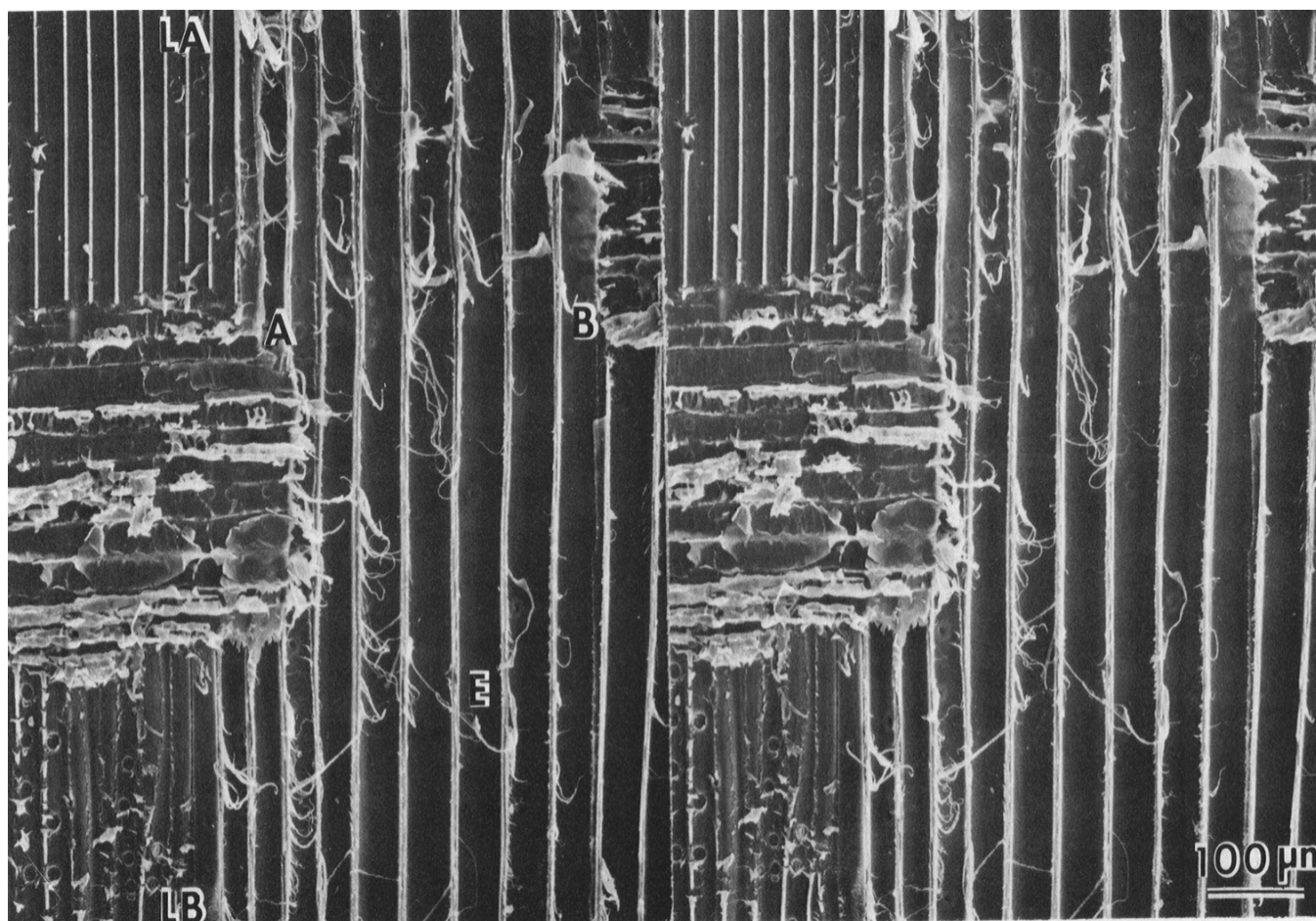
2.kép. A lépcsős törési út látható radiális nyírás esetén vörös tölgyön. A törés A-tól B-be majd C pontba terjed, amint az látszik a bélsugarak alatt lévő nyitott sejtüregek által. Sejtfaon belüli törés a minden parenchima sejt közelében megjelenik.



3.kép. Gyűrűs-likacsú fák tangenciális nyírása esetén a tönkremenetel a korai pásztára korlátozódik, ahol nagy, vékony falú edények vannak. Ez látszik ezen a vörös tölgy próbatessen, ahol a sejtfaon átmenő törés a jellemző mind az edényekre mind a bélsugarakra. Néhány sejtfaon belüli törést is láthatunk az edényekben (nyilak), de a általában tiszta törés jellemző.



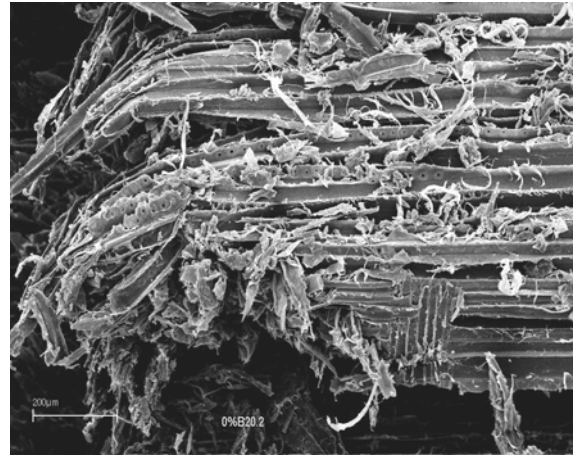
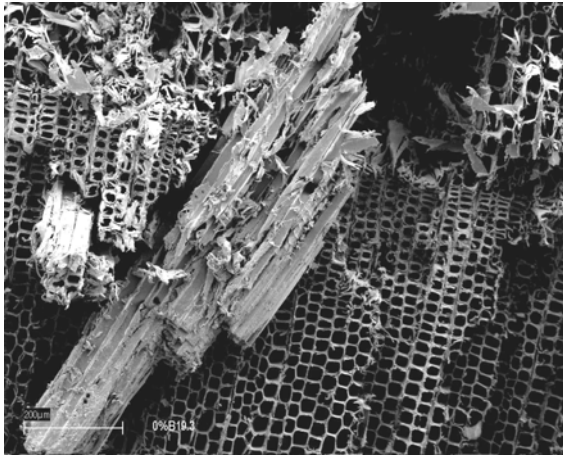
4.kép. Ha a déli fenyőt tangenciális nyírásnak vessük alá, a törési zóna általában a korai pásztában volt. A sejtfaon átmenő töréssel károsodtak. A képen néhány „zászlócska” látható mely a másodlagos sejtfaon része, a tracheidák kihámózódása. Ebből következően sejtfaon belüli tönkremenetel történt S1/S2-ben, mely S2/S3 réteg réteg kihúzódását eredményezte a törési síkban.



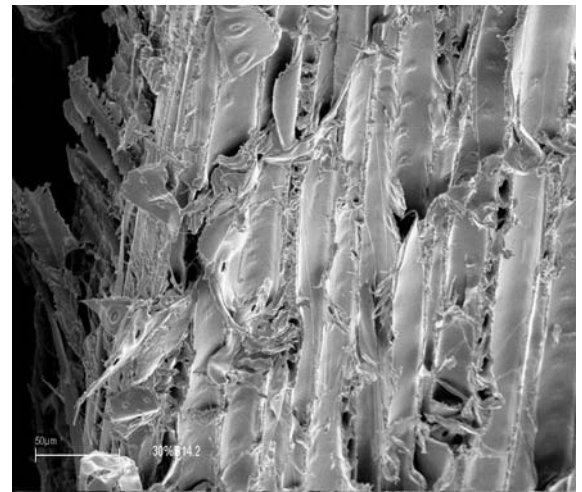
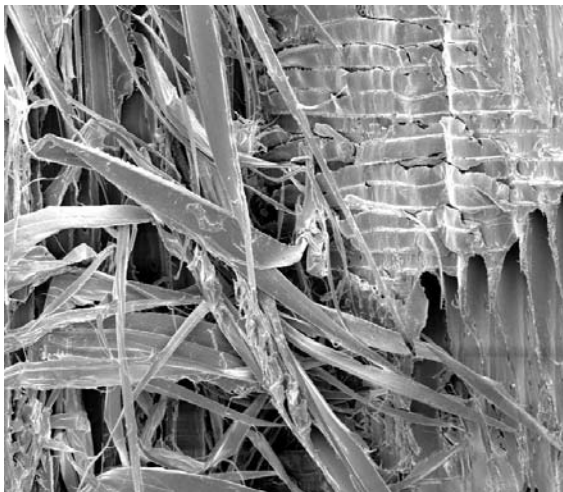
5.kép. Déli fenyő radiális nyírását mutatja kis nagyításban, megerősítendő azt a feltételezést, hogy a sejtfallvastagság meghatározó tényezője annak, hogy sejtalon belüli vagy átmenő törés keletkezik-e. Ez a sztereó pár felvétel segít összehasonlítani a korai (E) és késői pászta (LA és LB) törési tartományát.

IX. melléklet

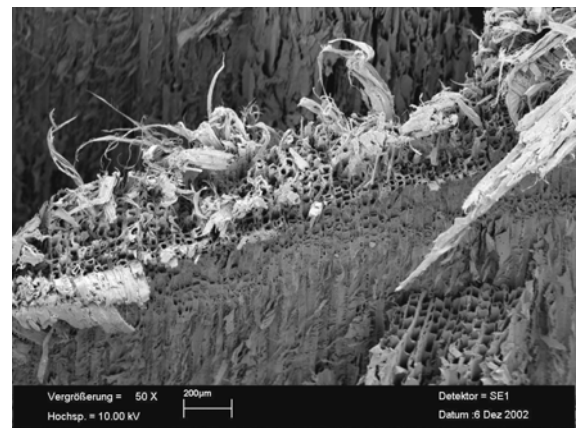
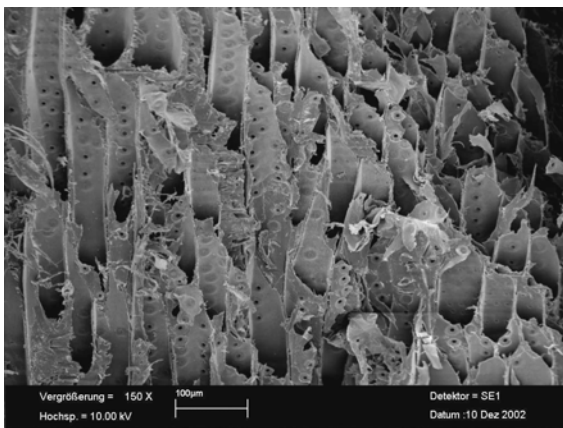
Saját elektronmikroszkópos felvételek a faanyag törési természetének bemutatásához



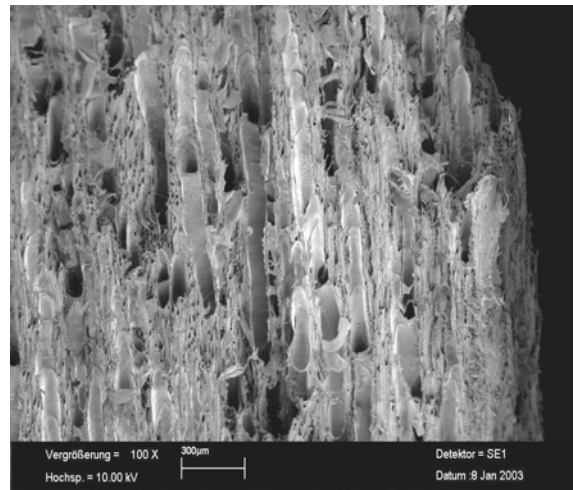
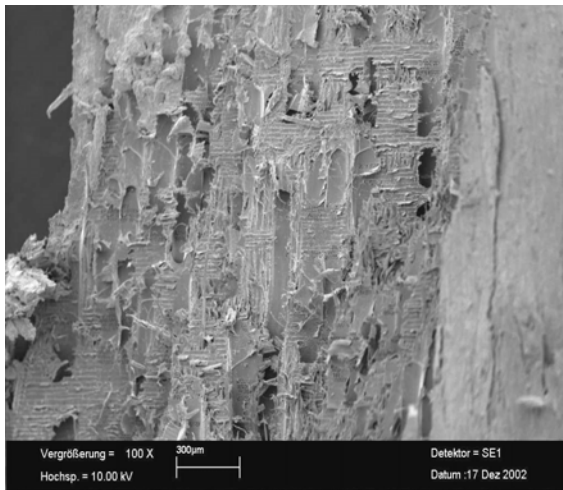
0% nedvességtartalmú lucfenyő minta húzás során létrejött szakadós (bal) és elnyíródás jellegű (jobb) törési felülete



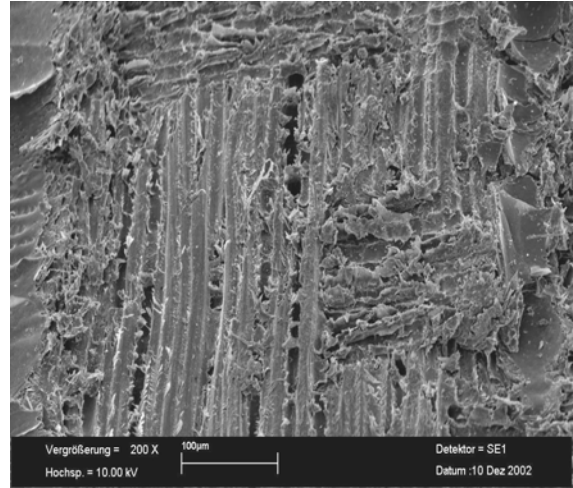
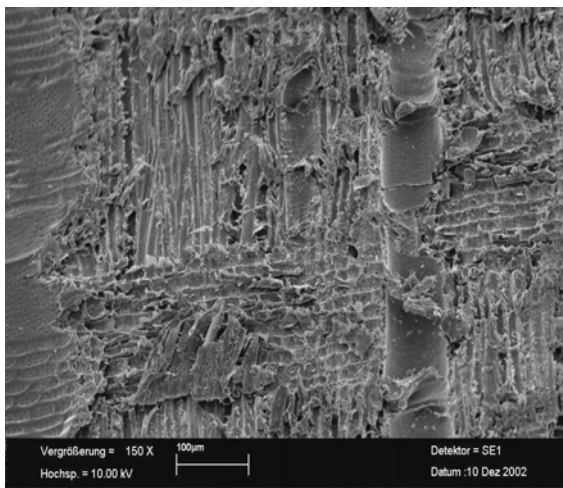
26% nedvességtartalmú lucfenyő minta húzás során létrejött elnyíródás jellegű törési felületei.
- sejtfalon belüli tönkremenetel az S2 réteg kihúzódásával (bal),
- rideg jellegű elnyíródás (jobb)



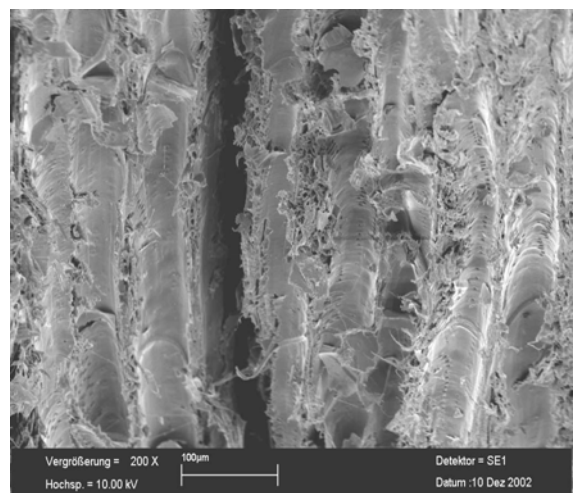
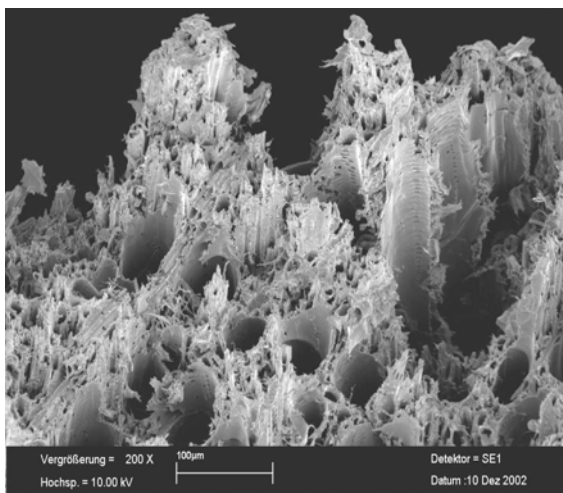
Erdeifenyő szakadás jellegű tönkremeneteli felületei.
A jobb kép a gyakorta előforduló lépcsős tönkremeneteli módot mutatja



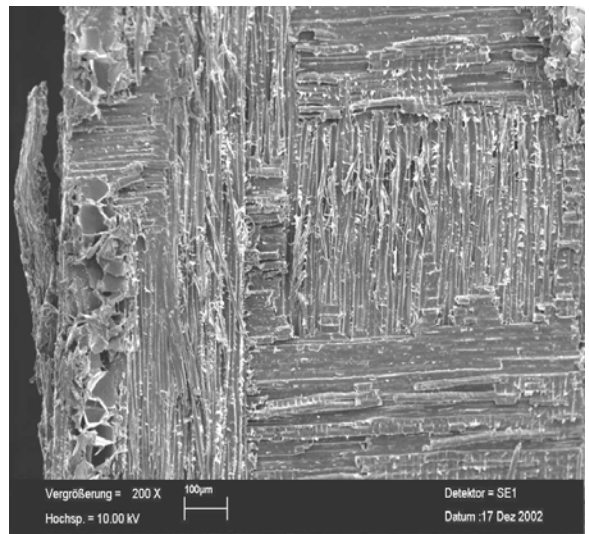
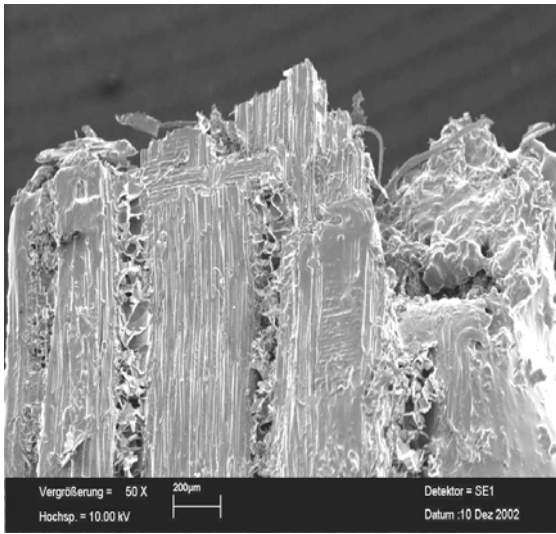
Nyár elnyíródás (bal) és szakadósos lépcsős (jobb) törési felületei



Tölgy elnyíródott törési felületei húzás során



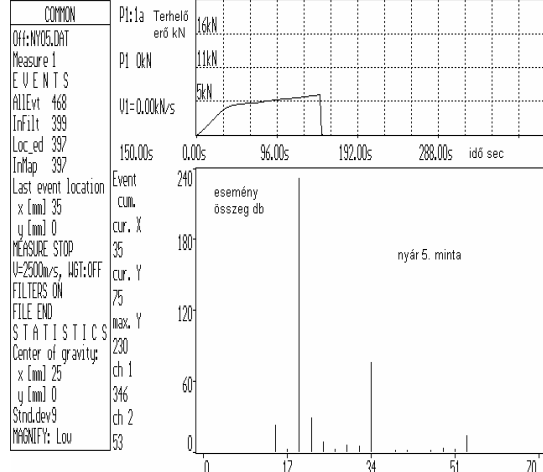
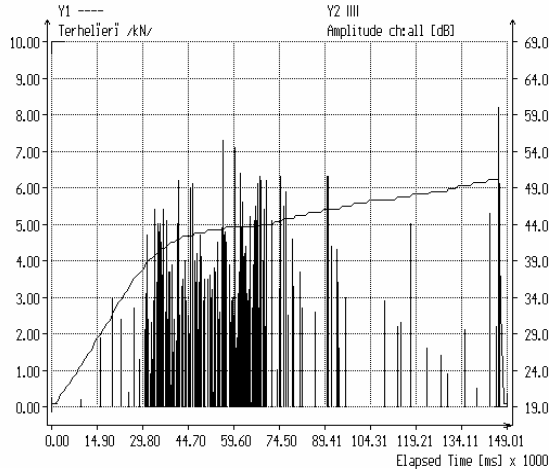
Bükk szakadás (bal) és elnyíródás (jobb) jellegű törési felületei húzás során



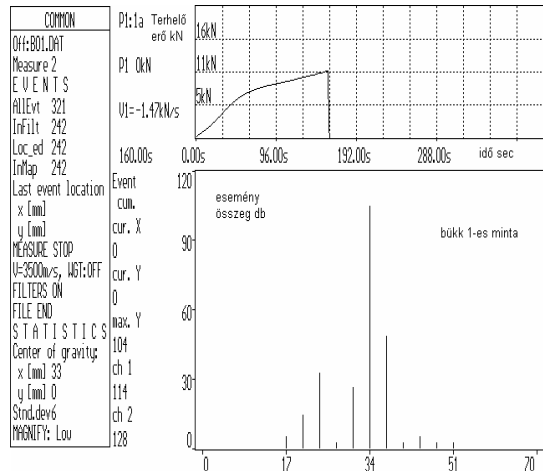
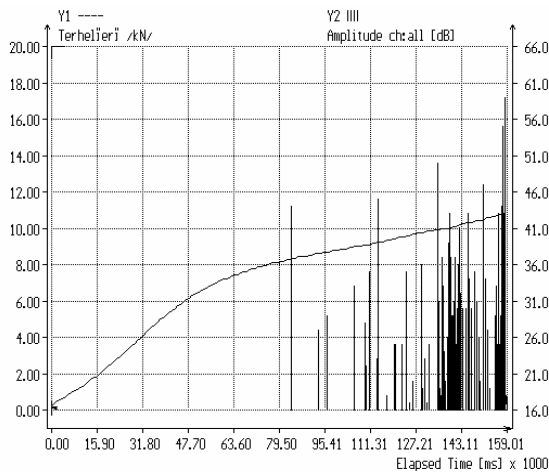
Akác elnyíródás jellegű törési felületei húzás során

X. melléklet

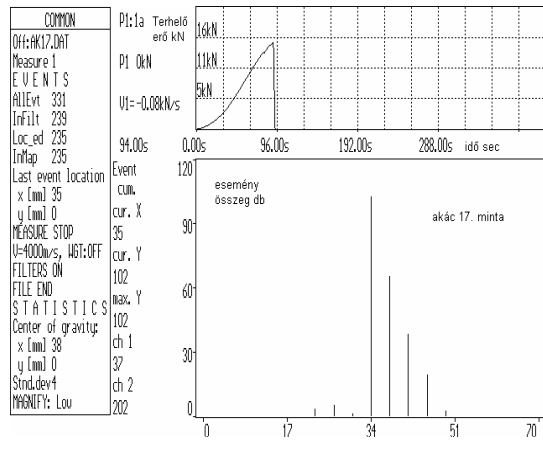
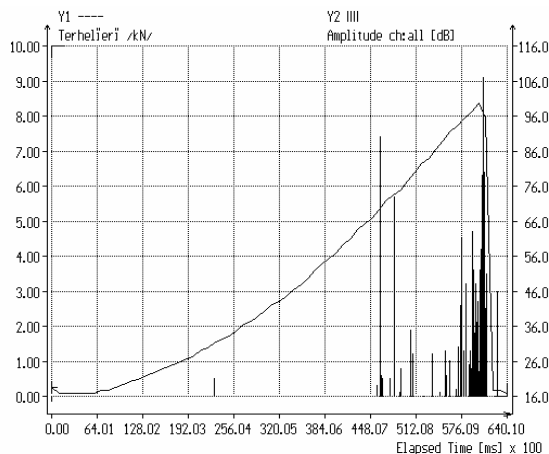
Példák a tönkremeneteli folyamatok helyének szemléltetésére nyár, bükk és akác fafaj esetén



Akusztikus aktivitás és lokalizációs térkép nyár 5. minta esetén annak bemutatására, amikor a törés a kigyengítés ellenére nem középen jött létre



Akusztikus aktivitás és lokalizációs térkép bükk 1. minta esetén



Akusztikus aktivitás és lokalizációs térkép akác 17. minta esetén