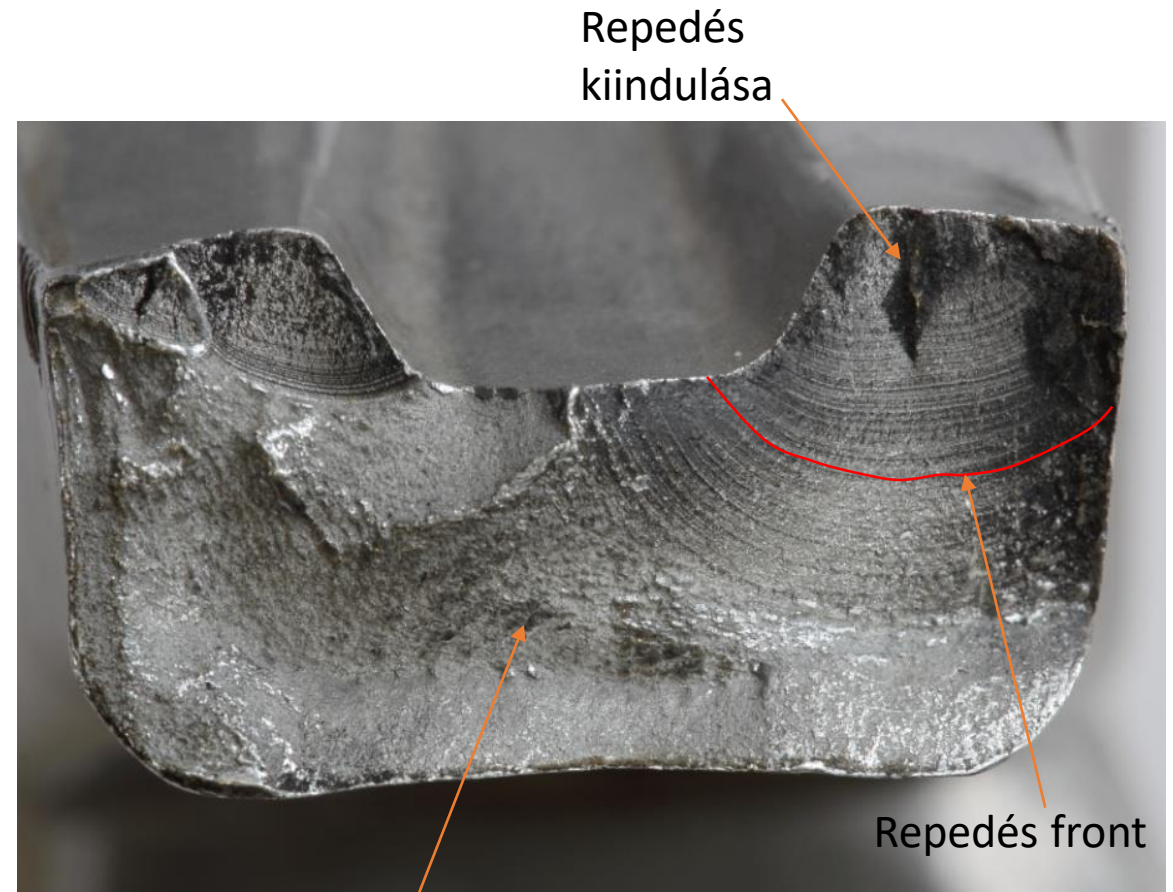


Fáradás

Fáradás jelensége

- Ismétlődő igénybevételek hatására bizonyos számú igénybevétel után az alkatrész eltörik.
- A terhelés a rugalmas tartományban van.
- Töretképe kagylós.
- Fázisai
 - Repedés keletkezés
 - Repedés terjedés
 - Végző törés → általában rideg jellegű



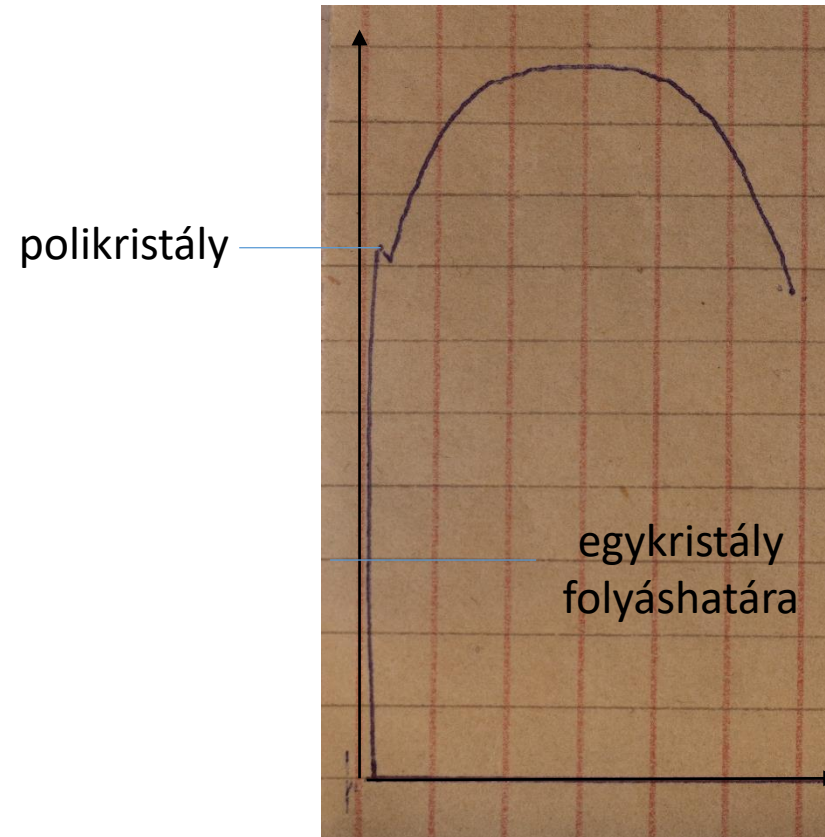
Végző törési
keresztmetszet

Fáradásos törés jellemezése

- Törések helyeit vizsgálva
 - Feszültség koncentrációs helyekről indulnak ki a repedések
 - Pl. furat, váll, hirtelen keresztmetszet változás
 - Azonos darabok esetén repedés keletkezésének helye és iránya is eltérhet
 - Ok: szemcsék nem egyformák (orientáció, méret, zárványok, összetétel)
- Káresetek 90%-a fáradással kapcsolatos
- Szemcsék szintjén a repedés keletkezést pontosan leírták.
- Egy egész szerkezet viselkedésének leírása igen bonyolult.
- Teljesen megbízható méretezési módszer ma sincs fáradásra.
- Autógyárak, repülőgép gyárak – új konstrukció esetén a méretezést próbapadon végzik → törésig terhelik a szerkezetet

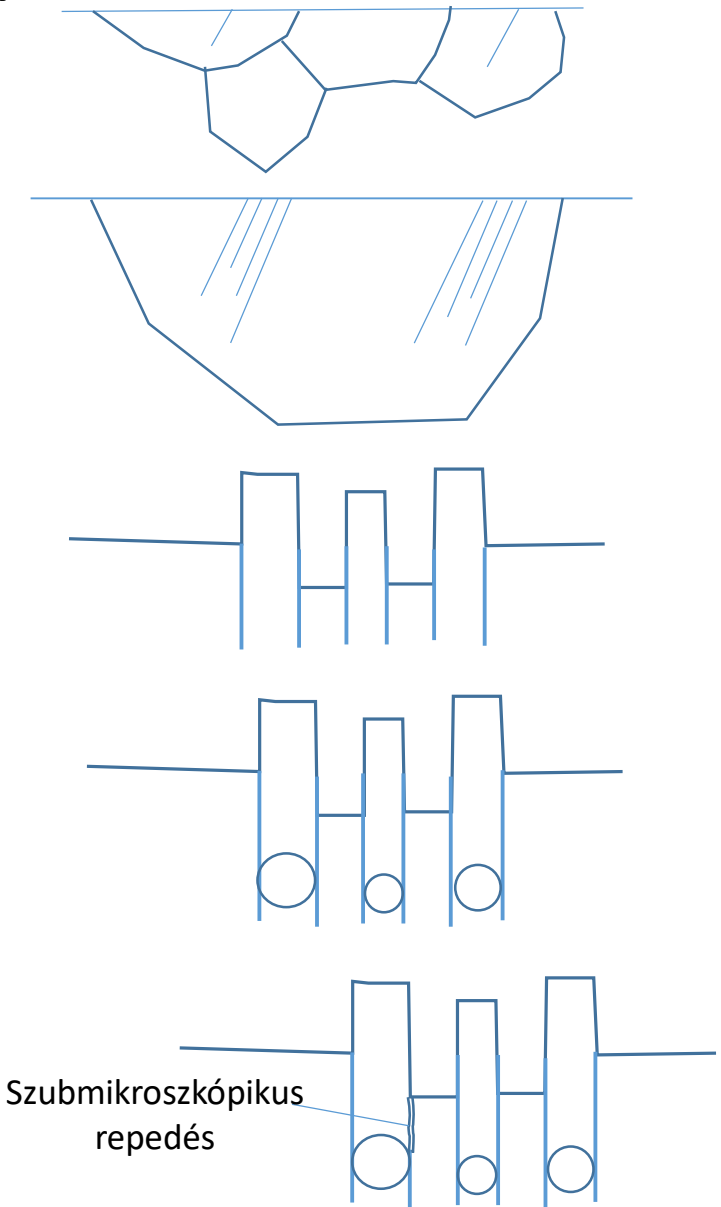
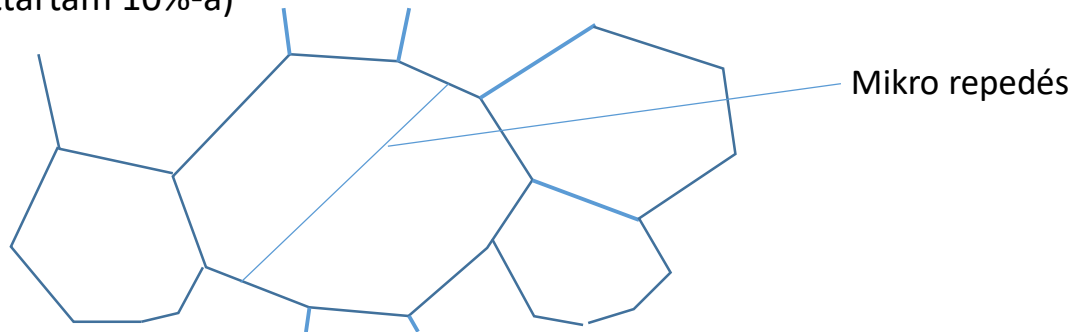
Fáradás jellemzése

- A polikristályos izotróp anyag folyáshatára R_e
 - Különböző orientációjúak a szemcsék
 - Megtámasztják egymást
- Egykristályos anyag anizotróp, csúszósíkok irányában kisebb a folyáshatára.
- A két terhelési szint között
 - Kis képlékeny alakváltozás megy végbe bizonyos szemcsékben
 - Makroszkópiusan ki sem lehet mutatni
 - Szakító vizsgálatnál nincs jelentősége a kismértékű helyi képlékeny alakváltozásnak.
 - Ismétlődő igénybevételeknél már van!



Fáradásos repedés folyamata

1. A kedvező orientációjú szemcsékben apró elcsúszások jönnek létre.
2. Ezekből csúszó sávok alakulnak ki (több csúszósíkból állnak)
Távolságuk ≈ 100 rácsparaméternyi
5-30 síkból áll egy sáv
3. Felületen ki és betüremkedések jönnek létre.
(élettartam 1%-a körül jelentkeznek)
Diszlokációk a felületen megszűnnek
4. Sávok belsejében üregek keletkeznek – főleg a kitüremkedések alatt
5. Szubmikroszkópos repedések jönnek létre – csúszósávok irányát követik
6. Ezek közül a repedések közül valamelyik végighalad a szemcsén (esetleg néhány szemcsén) \rightarrow mikro repedés (élettartam 5%-a)
7. Repedés hirtelen átfordul a terhelés irányába \rightarrow makrorepedés (élettartam 10%-a)

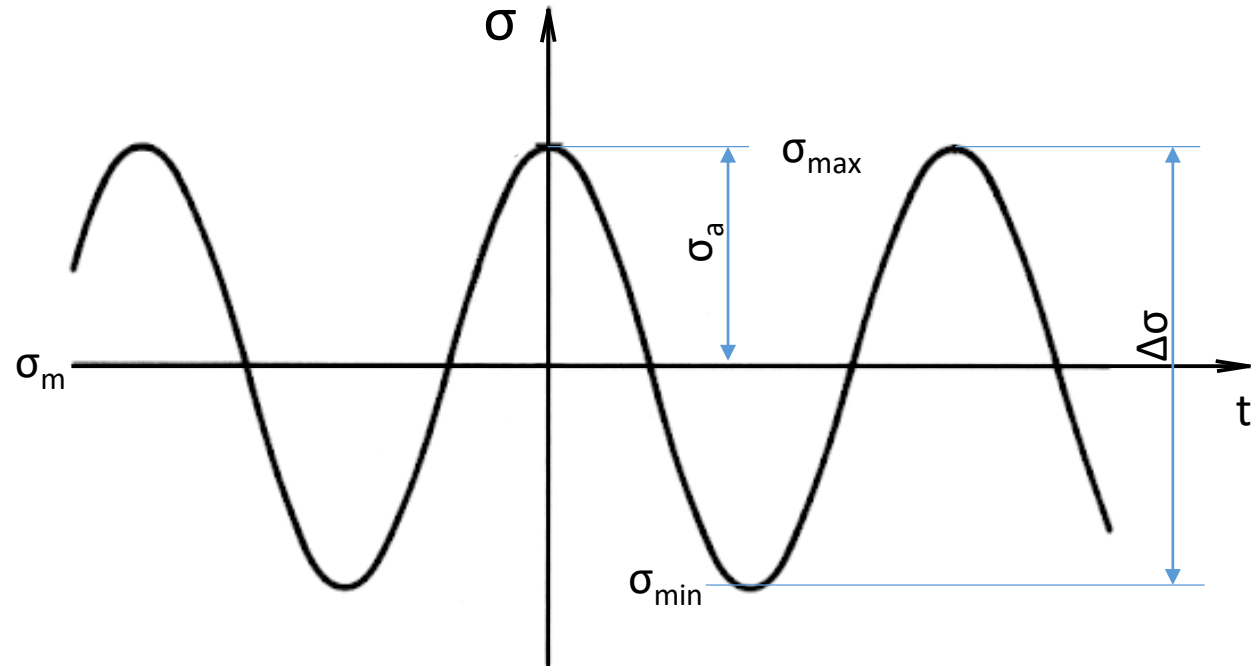


Terhelés modellezése

- A gyakorlati terhelést egyszerűsítve veszik figyelembe
- Jellemző paraméterek:
 - σ_a - feszültség amplitúdó
 - $\Delta\sigma$ - feszültség tartomány
 - σ_m - közép feszültség
 - R - asszimetria tényező

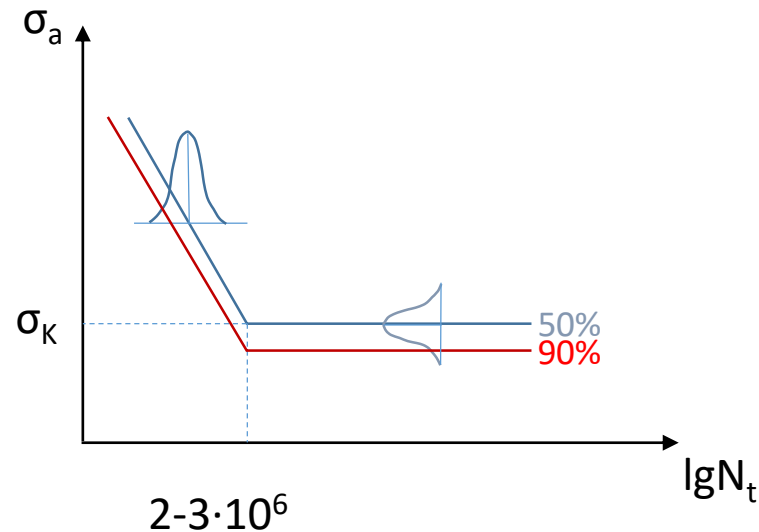
$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$

$$R = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}$$



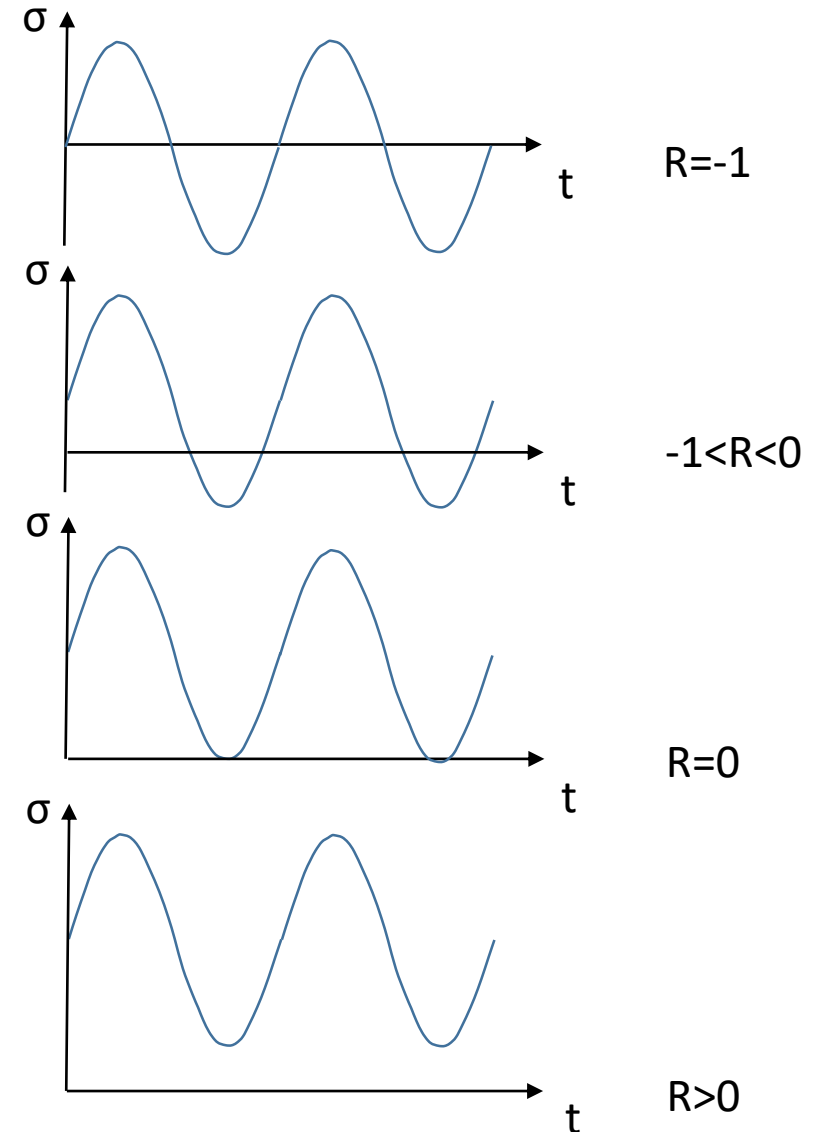
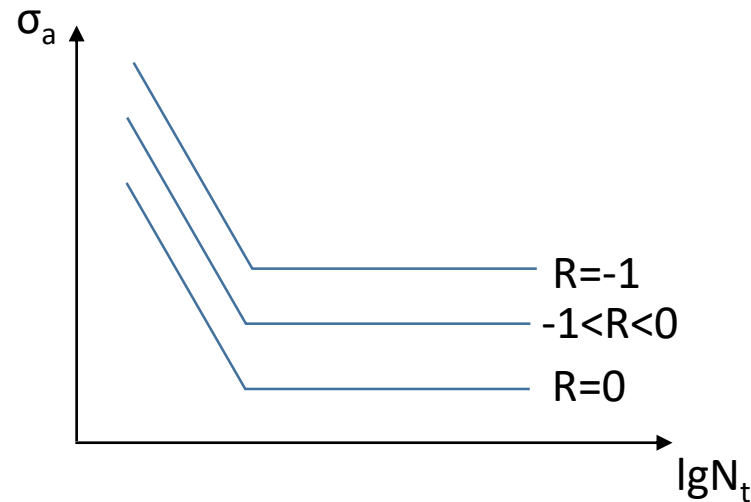
Méretezési módszerek fáradásra

- Wöhler görbe alapján
 - σ_a - feszültség amplitúdó
 - N_t - töréshez tartozó ciklusszám
 - σ_K - kifáradási határ
- Ha $2 \cdot 10^6$ ciklusszám után sem törik el az alkatrész, akkor nagy valószínűséggel nem fog már eltörni (szerkezeti acélokra igaz)
- Méretezés: $\sigma_a < \sigma_K$
 - Nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket
 - Túl leegyszerűsíti a dolgokat
 - σ_K adott körülmények között érvényes
 - Értéke függ: próbatest alakjától
méreteitől
felületi érdességtől
 - Vannak anyagok, amiknek nincs kifáradási határa: pl. Al ötvözetek, műanyagok



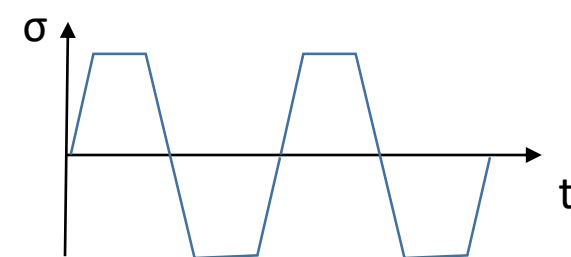
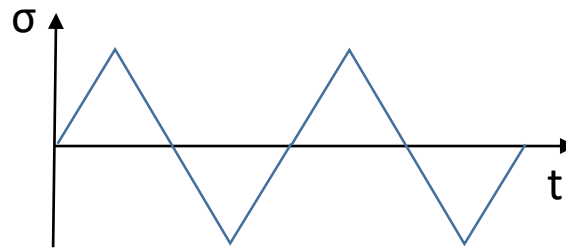
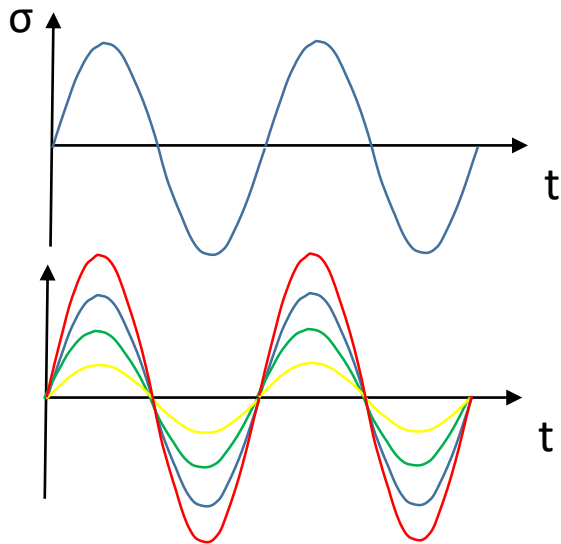
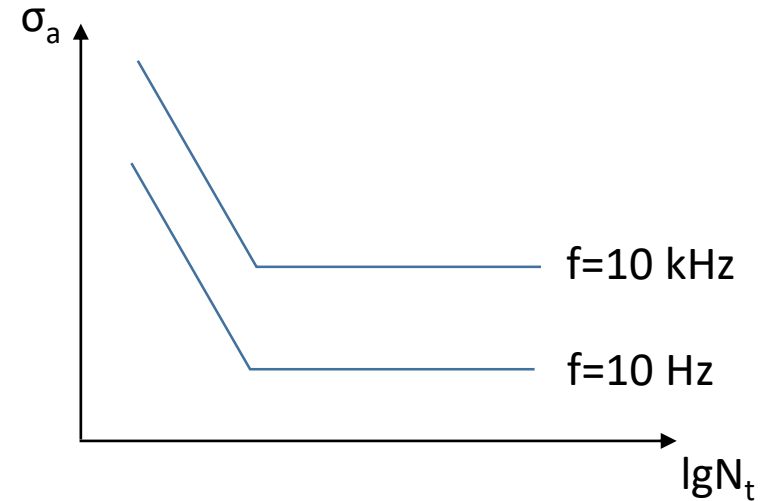
Fárasztó vizsgálatkor az élettartamot befolyásoló tényezők

- σ_a
- σ_0
- R
- Terhelés időbeli lefutása
- Feszültség fajtája
- Többtengelyűség
- Egyéb körülmények:
 - hőmérséklet, korrózió



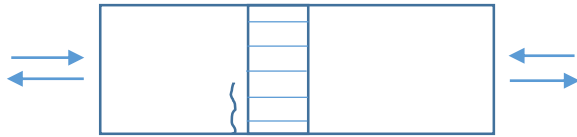
Terhelés időbeli lefutásának hatása

- Vizsgálati frekvencia
 - Nem lehet felgyorsítani a vizsgálatot
 - Gyakorlatban 10-50 Hz
- Terhelés lefutása
 - Más a terhelési sebesség azonos frekvenciánál

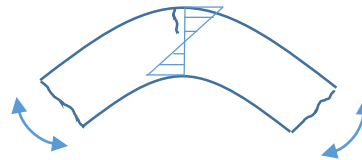


Egyéb befolyásoló tényezők

- Terhelés fajtája: σ , τ
 - Kifáradási határ nem számolható át más terhelési fajtára
 - Csak arra érvényes ahogy meghatározták
 - Húzás – nyomás



Hajlítás



- Többtengelyű feszültségi állapot
 - Átszámolják egytengelyűre → közelítés
- Terhelés körülményei
 - Hőmérséklet → magasabb hőmérsékleten gyorsabb a fáradás
 - Korrózió → nincs kifáradási határ → élettartamra méreteznek

Méretezés rendszertelen terhelés esetén

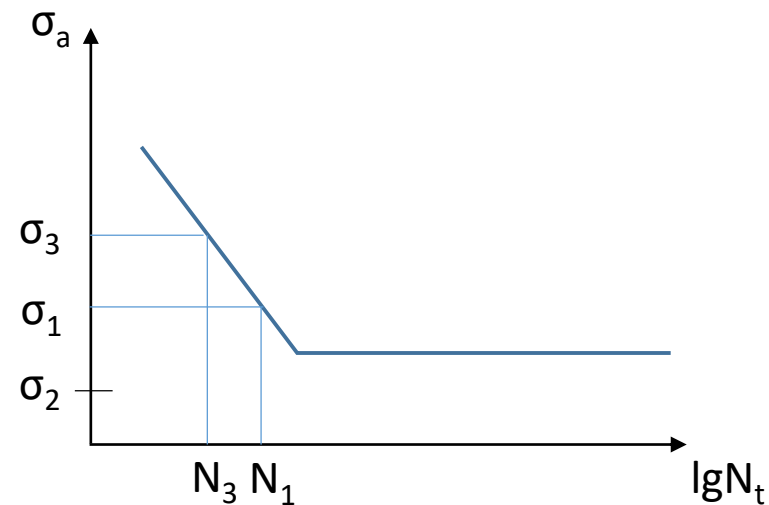
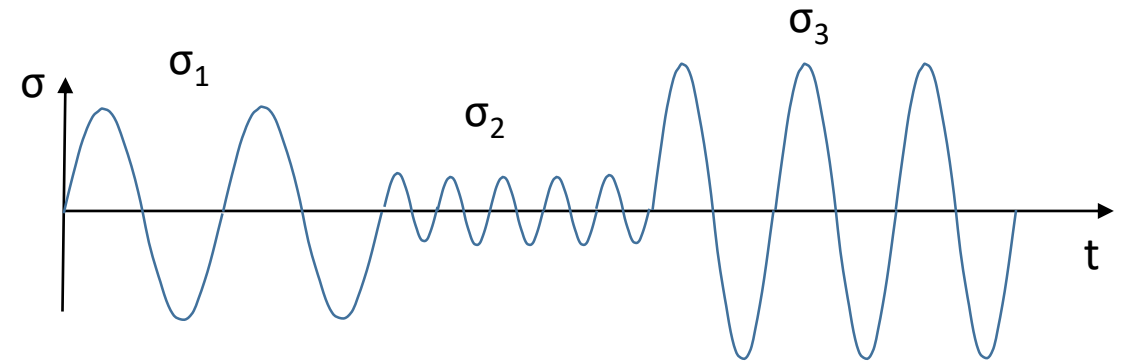
- Halmazódó károsodás elmélete (Miner)

- A tönkremenetelhez bizonyos mennyiségű munka kell.

- A törés bekövetkezése:

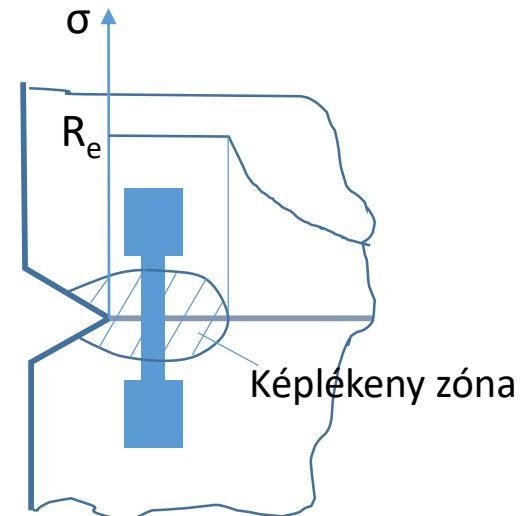
- $\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N_i} = 1$

- $\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_3}{N_3} = 1$



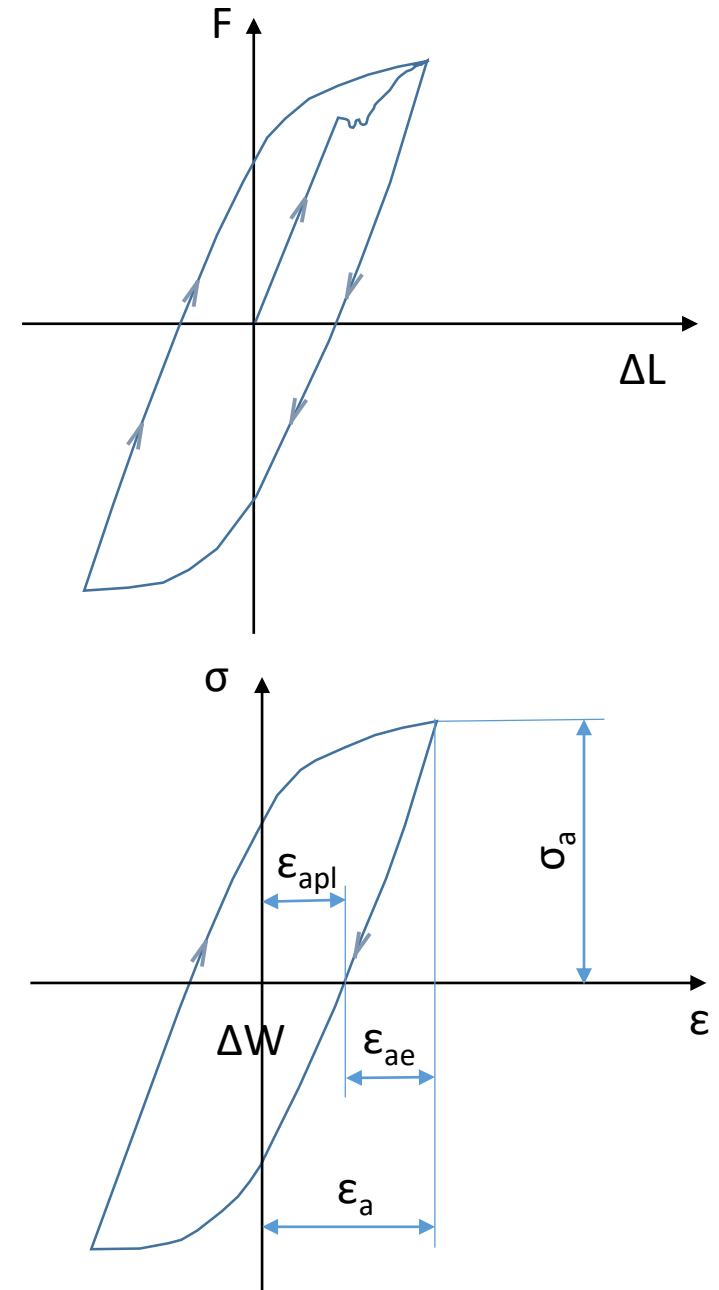
Kisciklusú fáradás

- Ha a fáradásos törés a folyáshatár feletti igénybevétel hatására következik be, akkor kiciklusú fáradásról beszélünk.
- $n < 1000$ általában, de 10^4 a felső határ
- Feszültséggyűjtő helyeken a névlegesnél nagyobb a feszültég.
 - Képzeltbeli szakító próbatest hány igénybevételt bír ki?
 - Amikor elszakad \rightarrow kifáradás



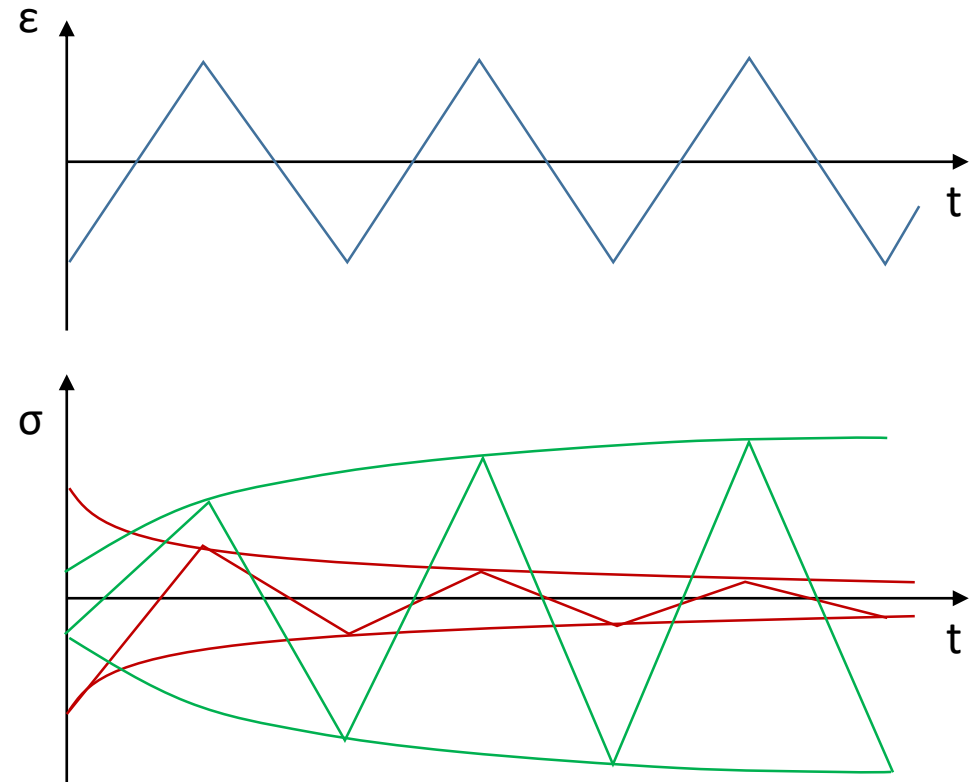
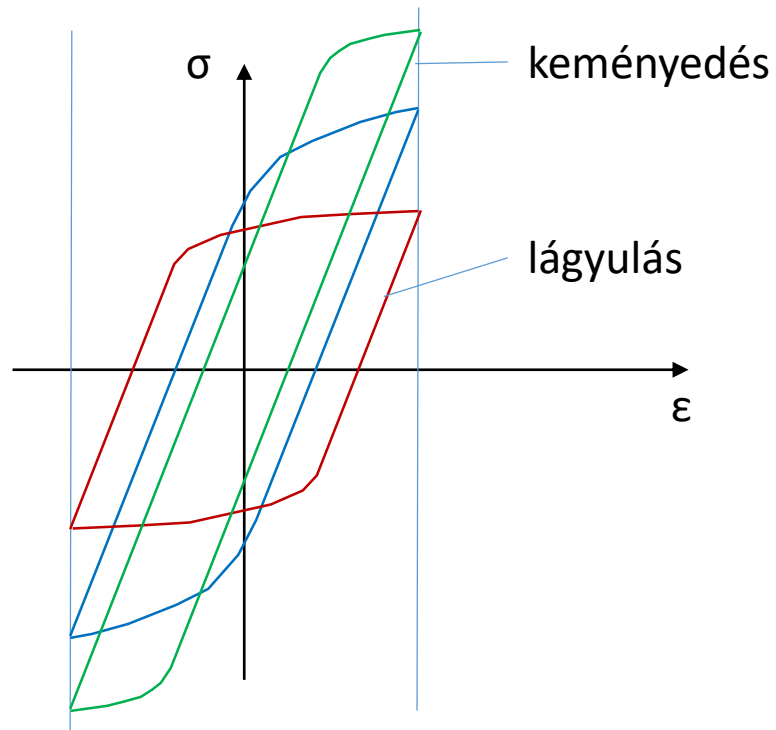
Kisciklusú fáradás

- Hol fordulhat elő?
 - Gépiparban, vegyiparban szerkezetek beindításakor, leállításakor
 - Hideg, meleg közeg betáplálásakor
 - Terhelési próbák
- Paraméterek
 - ϵ_a –nyúlás amplitúdó
 - ϵ_{ae} –rugalmas nyúlás
 - ϵ_{ap} –képlékeny nyúlás
 - σ_a –feszültség amplitúdó
 - ΔW –ciklus alatt elnyelt munka



Kisciklusú fáradás

- Vizsgálatkor az alakváltozást vagy a feszültséget lehet állandó értéken tartani, jellemzően az alakváltozást szokták.



Manson- Coffin egyenlet

- A képlékeny alakváltozás amplitúdó és a tönkremeneteli ciklusszám között adja meg a kapcsolatot:

$$\varepsilon_{apl} = \varepsilon'_f \cdot N_t^c$$

ε'_f és c mérésrel meghatározható paraméterek

