

# Gyors prototípuskészítési módszerek – Ipar 4.0

## **EA01 – Az ipar és a prototipizálás**

2024. szeptember 13.

Naszlady Márton Bese <naszlady@itk.ppke.hu>

# **EA01/1 – Az ipar és forradalmai**

## Az ipar

Rendszeresen végzett szakmai tevékenység,  
ami piacképes terméket állít elő.

# Az ipar

Rendszeresen végzett szakmai tevékenység,  
ami piacképes terméket állít elő.



háziipar  
(pl. pálinkafőzés)

# Az ipar

Rendszeresen végzett szakmai tevékenység,  
ami piacképes terméket állít elő.



háziipar  
(pl. pálinkafőzés)



nehézipar  
(pl. gépgyártás)

# Az ipar

Rendszeresen végzett szakmai tevékenység,  
ami piacképes terméket állít elő.



háziipar  
(pl. pálinkafőzés)



nehézipar  
(pl. gépgyártás)



könnyűipar  
(pl. pékség)



# Az ipar

Rendszeresen végzett szakmai tevékenység,  
ami piacképes terméket állít elő.



háziipar  
(pl. pálinkafőzés)



nehézipar  
(pl. gépgyártás)



könnyűipar  
(pl. pékség)



szolgáltatóipar  
(pl. hotel)

# Ipari forradalmak

Az ipart...

- a hatékonyabb folyamatszervezés,
- a műszaki felfedezések,
- a gazdasági és társadalmi igények,
- az energia és munkaerő elérhetősége,
- az ellenőrzés és szabályzás

folyamatosan befolyásolja.

**A nagy változásokat ipari forradalmaknak nevezzük.**



# Ipari forradalmak

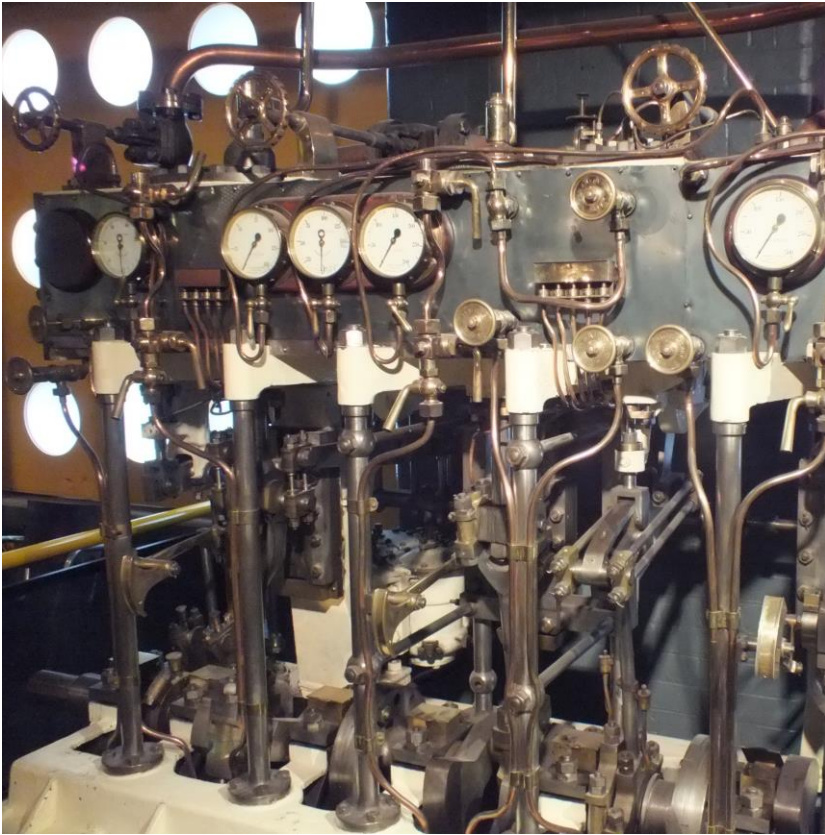
Ipar 0.0 (nagyon régen)  
rokka + nagymama = fonal





# Ipari forradalmak

Ipar 1.0 (18. század)  
rokka + gőzgép = sok fonal





# Ipari forradalmak

Ipar 2.0 (19. század)

rokka + villanymotor = sok-sok fonal.



# Ipari forradalmak

Ipar 2.0 (19. század)

rokka + villanymotor = sok-sok fonal. Világítás -> folyamatos munka





# Ipari forradalmak

Ipar 3.0 (20. század)

rokk + programozott vezérlés = mintás fonal (rettentő sok)



# Ipari forradalmak

Ipar 4.0 (21. század)

robotika + számítógépes vezérlés + internet = személyre szabott fonal





# Ipari forradalmak

## Ipar 0.0 (nagyon régen)

rokka + nagymama = fonal

## Ipar 1.0 (18. század)

rokka + gőzgép = sok fonal

## Ipar 2.0 (19. század)

rokka + villanymotor = sok-sok fonal. Világítás → folyamatos munka

## Ipar 3.0 (20. század)

rokka + programozott vezérlés = mintás fonal (rettentő sok)

## Ipar 4.0 (21. század)

rokka + számítógépes vezérlés + internet = személyre szabott fonal

# **EA01/2 – Prototípusok**

# Egy gyors prototipizálási feladat

Tervezzünk egy *jó* kabátgombot!

# Kabátgomb



# A kabátgomb generátorrendszere

Milyen paraméterek határozzák meg a kabátgombot?

- anyag,
- szín,
- méret (alak),
- furatok száma,
- nedvszívóképesség,
- törékenység,
- tűzállóság,
- fulladásveszély,
- gyártási költség,
- használat könnyűsége,
- divat, ...

# Egy gyors prototipizálási feladat

Az ilyen generátorrendszer **nem** bázis!  
Van összefüggés a vektortér vektorai között.

## Például:

- az anyagból következnek a lehetséges színek és a tűzveszély mértéke,
- a méretből és a furatok számából következik a fulladásveszély mértéke,
- a színből és alakból következik a divatosság
- stb.



# Egy gyors prototipizálási feladat

A prototipizálás feladata, hogy feltérképezze, milyen intervallumban változtathatók a koordináták úgy, hogy a termék *jó* maradjon.

# A vektortér szűkítése a *jóság* érdekében

Milyen értéket válasszunk, hogy *jó* legyen az eredmény?

- anyag, → jég, acél, kemény műanyag, puha műanyag, papír, argon...
- szín, → kék, zöld, piros, átlátszó, ekrü, pöttyös, cirmos, pej
- méret (alak), → pöttöm, picuri, apró, kicsi, közepes, nagy, bazinagy, óriási
- furatok száma, → 0, 1, 2, ... ,  $6 \times 10^{23}$ , ...
- nedvszívóképesség, → azonnal oldódik ... vízálló
- törékenység, → ránézésre is törik ... gyémánt
- tűzállóság, → eleve tűzből van ... atomvillanást is túléli
- fulladásveszély, → magától ugrik a tüdődbe ... tiszta oxigénből van
- gyártási költség, → ingyen terem ... másik galaxisból kell idehozni
- használat könnyűsége, → soha sem sikerül ... mindig sikerül
- divat, ... → ronda ... szép

# Egy gyors prototipizálási feladat

A termék *jóságának* megállapítására megfelelő  
**metrikát,**  
mérési módszert kell kidolgozni.

# Prototípus

A prototípusok a koordináták változtatása révén jönnek létre. Lényegük, hogy mérhetővé tegyék a termék *jóságát*.

## Rengeteg féle prototípus van:

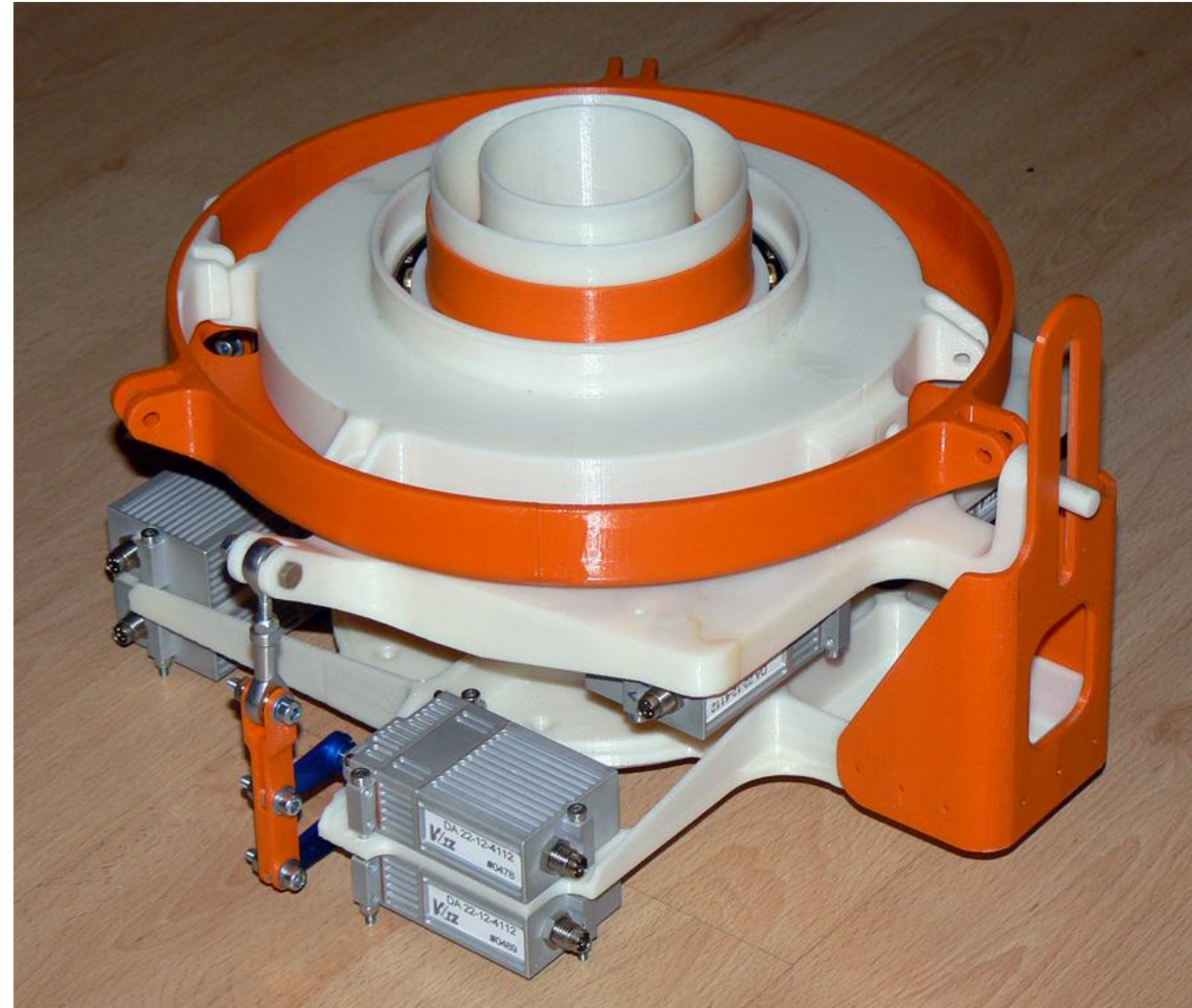
- funkcionális
- user experience
- visual
- proof-of-concept
- ...

# Prototípus

Funkcionális prototípus = ronda, de működik

Lehetséges mérések:

- mozgások,
- illeszkedések,
- erők,
- működések
- stb.

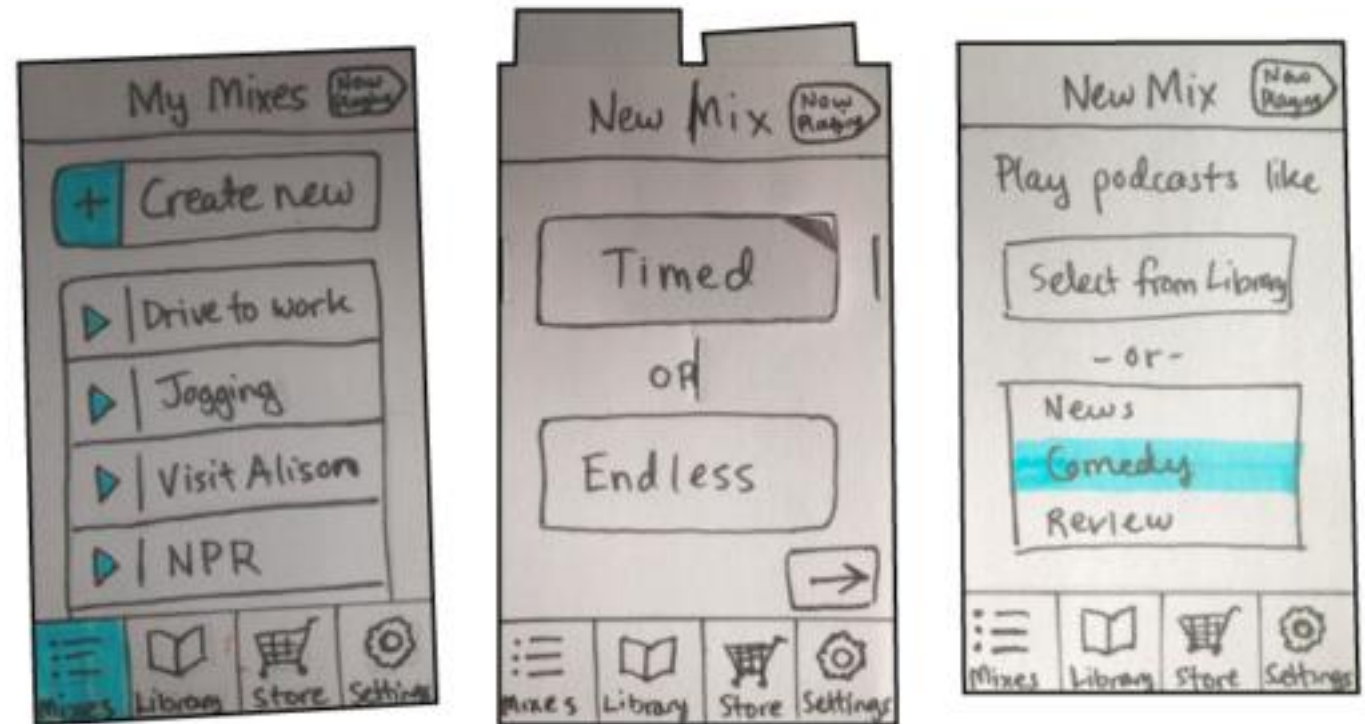


# Prototípus

User experience = nem működik, de szemlélteti a kezelést

Lehetséges mérések:

- folyamatok logikája,
- kezelhetőség
- stb.





# Prototípus

Visual = gyönyörű, de nem működik

Lehetséges mérések:

- szépség,
- népszerűség,
- feltűnőség
- stb.



# Prototípus

Proof of concept = tákolmány, elég, ha egyszer működik

Lehetséges mérések:

- működési elv
- hibaforrások
- egyes részek szükségessége
- stb.



# Mérési feladat

Hogyan állapítjuk meg, hogy *jó* a kabátgomb?

# Metrikák alkotása a *jóság* megállapítása érdekében

Hogyan állapíthatjuk meg, hogy a kapott prototípus *jó*?

- működés közbeni megfigyeléssel (kívánt funkciót betölti-e)
- SI rendszer szerinti mérésekkel (hossz, tömeg, erő stb.)
- egyéb összehasonlítással (szín, illeszkedés stb.)
- statisztikai próbával (selejtarány, élettartam stb.)
- érzékszervi próbával (illat, íz, hangminőség stb.)
- egyéb próbával (éghetőség, törésteszt stb.)
- felméréssel, kérdőívezéssel (piackutatás, elégedettségi teszt stb.)
- és bármilyen egyéb, *megismételhető* módszerrel.

# Gyors prototípuskészítés

Ha nagy a vektortér, akkor sokat kell tudni mérni.

A sok mérés általában úgy lehetséges, ha sok prototípust tudunk készíteni.

(Vagy ha egy prototípuson egy koordináta sok különböző értéke is megjelenik.)



# A prototipizálás folyamata

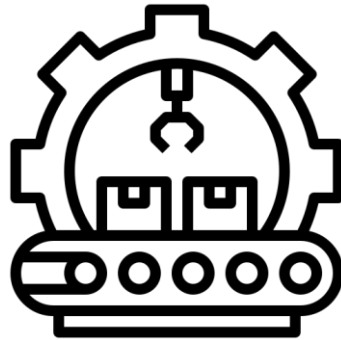
## Tervezés

a koordináták  
értékeinek megadása



## Gyártás

a prototípus  
elkészítése



## Mérés

tapasztalatok és  
következtetések



## Eldobás

a prototípus  
ellátta a célját



a tapasztalatok hasznosítása  
a következő tervezési lépésben



# Gyors prototípuskészítés

Ha sokat tudunk mérni rövid idő alatt,  
akkor gyorsan tudunk terméket fejleszteni.

(Az idő pénz.)

**Cél: olyan módszerek, gépek használata, melyekkel  
könnyen és gyorsan lehet prototípusokat készíteni.**

(Ezeket fogjuk megismerni a kurzus során.)

# **EA01/3 – A világ dolgai**

# A világ dolgai

A világ dolgai **anyag**ból vannak.

A világ anyagainak sajátos **jellemző**kkal bírnak.

A világban az anyagokat különféle **hatás**ok érik.

A mesterséges alkotások  
a világ anyagaiból készülnek és  
a világ hatásainak vannak kitéve.

# Hatás

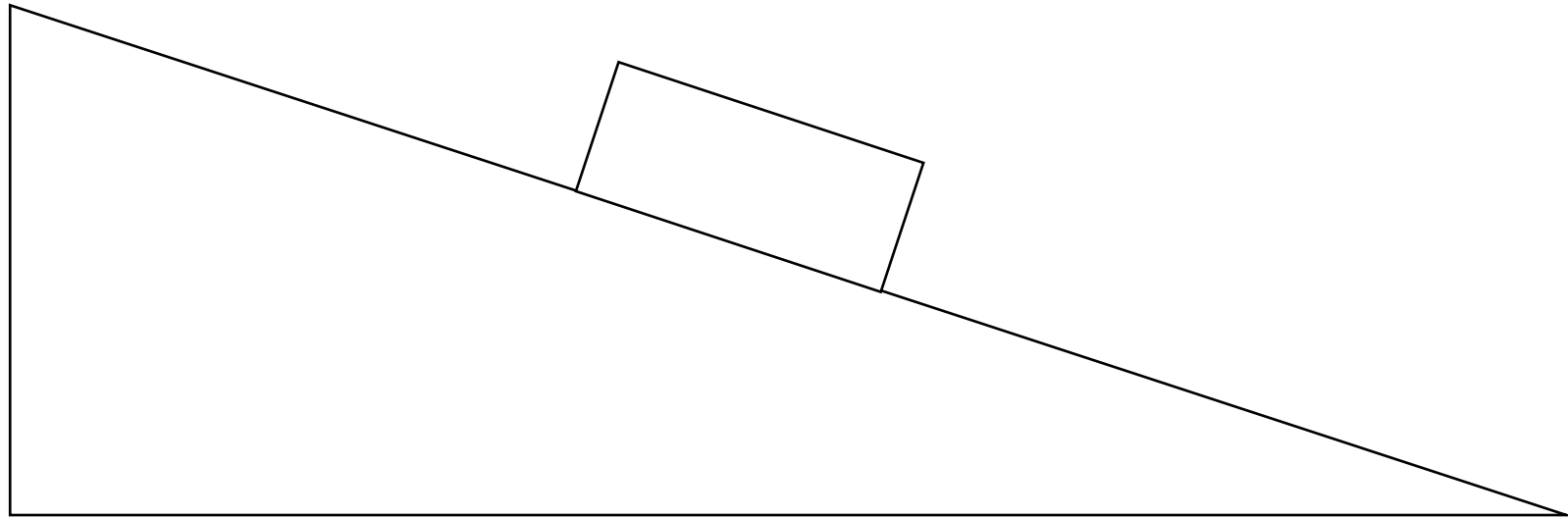
Jelenség, ami egy dolog állapotát módosítani, befolyásolni képes.

Példák:

- test és test *(nekimegyek a falnak)*
- test és közeg *(sétálok a térdig érő vízben)*
- test és mező *(leesik az alma a fáról)*
- anyag és idő *(beszárad a pillanatragasztó)*
- folyamat és folyamat *(beköszönt a kánikula, megnő az áramfogyasztás)*
- stb...

Senki sem mondott eddig igazat fizikából :'(

# Lejtő





# Ezek is lejtők



# **EA01/4 – Anyagmodellek**

# Anyagmodellek

## Merev anyag

A szerkezet *semmilyen alakváltozást sem szenved*. Ez a valóságban nem igaz, de bizonyos esetekben szabad ilyen feltevéssel élni.

## Rugalmas anyag

Az ideálisan rugalmas anyag a terhelés mértékével *egyenesen arányos* deformációt szenved, az erő elmúlásával *eredeti alakjába tér vissza*.

## Képlékeny anyag

Az ideálisan képlékeny anyag a terhelés mértékével *arányos sebességű* alakváltozást szenved, és a teher elmúlásával az alakváltozás nem áll vissza, nem tűnik el, viszont nem is növekszik tovább.

# Anyagmodellek

## Merev-képlékeny anyag

A merev-képlékeny anyag a rá ható erők egy határértékéig, *a folyási határig* a terhet alakváltozás nélkül veszi fel; ha ezt elérte, akkor további terhet nem képes felvenni, és a terhek tartása mellett is képlékeny módon viselkedik, *megfolyik*.

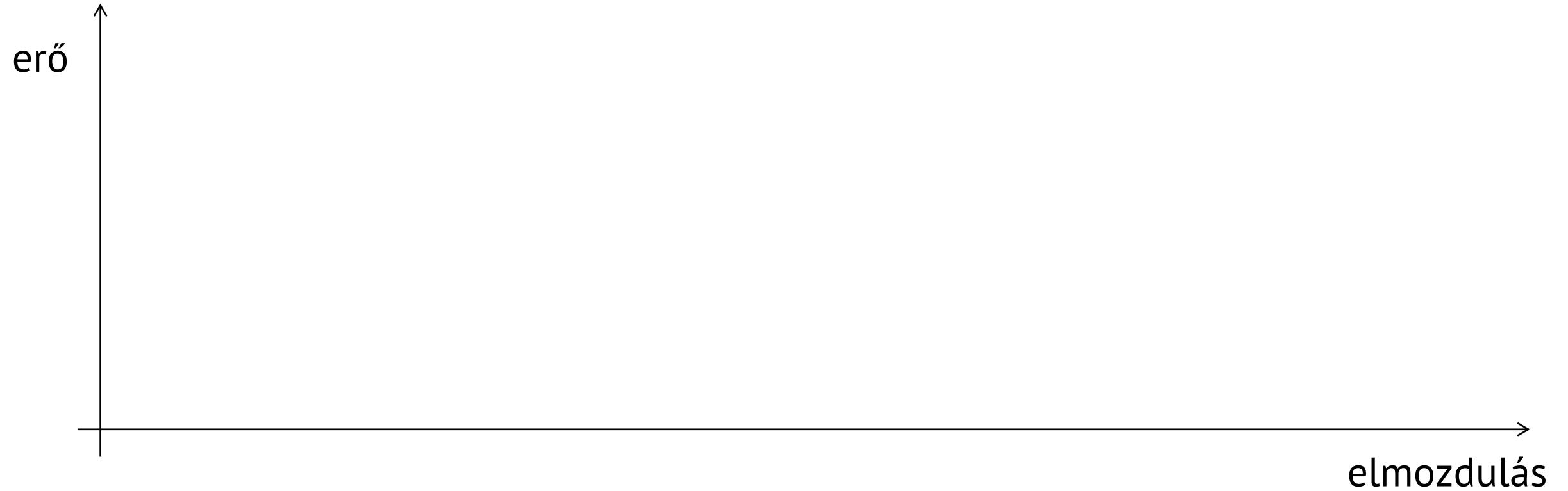
## Rugalmas-képlékeny anyag

A rugalmas-képlékeny anyag a folyási határig rugalmasan viselkedik, a folyási határt elérő teherre viszont képlékeny viselkedést mutat. A terhet a folyási határ alá csökkentve az anyag ismét rugalmas lesz, de a megfolyást előidéző energia már nem nyerhető vissza.

## Rugalmas-lágyuló anyag

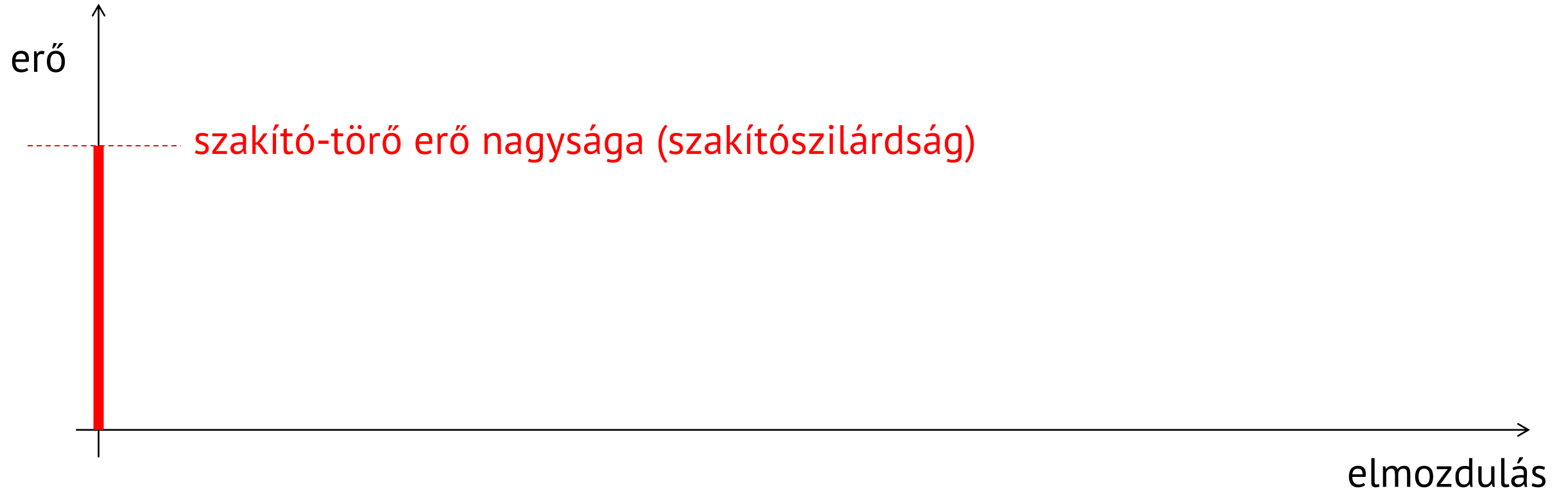
A rugalmas-lágyuló anyag egy jellemző lineáris határig rugalmasan viselkedik, majd az ezt meghaladó terhelésre szintén lineárisan, de a kezdeti szakasz meredekségéhez mérten más ütemben folytatódik.

# Erő-elmozdulás diagram



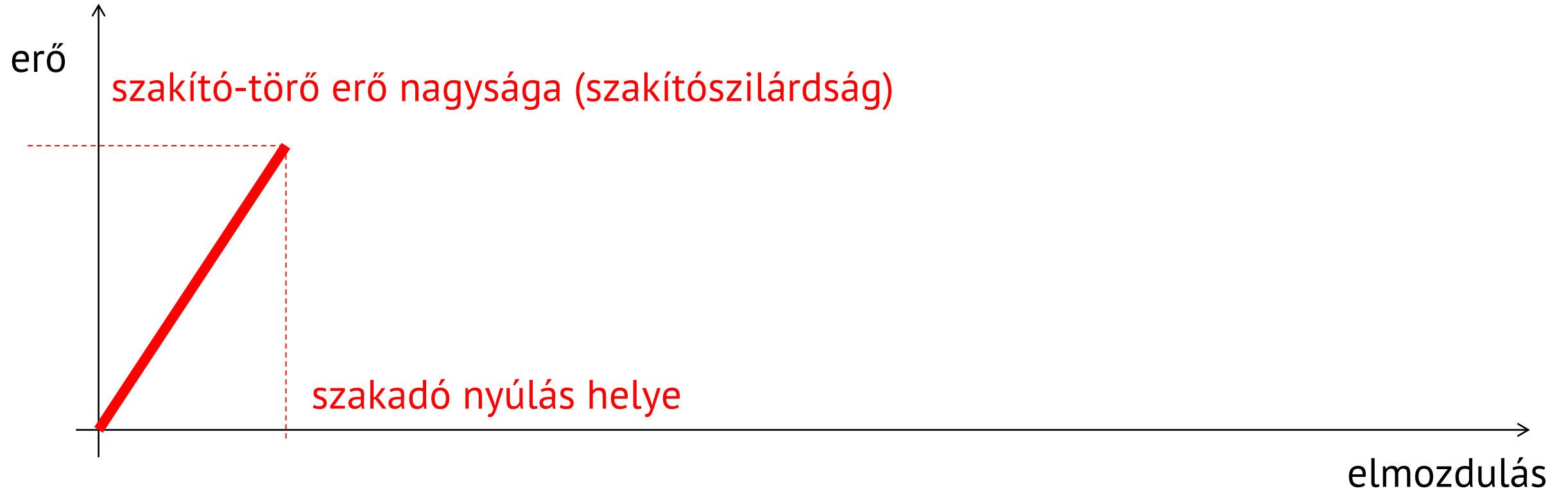
# Erő-elmozdulás diagram

Merev anyag



# Erő-elmozdulás diagram

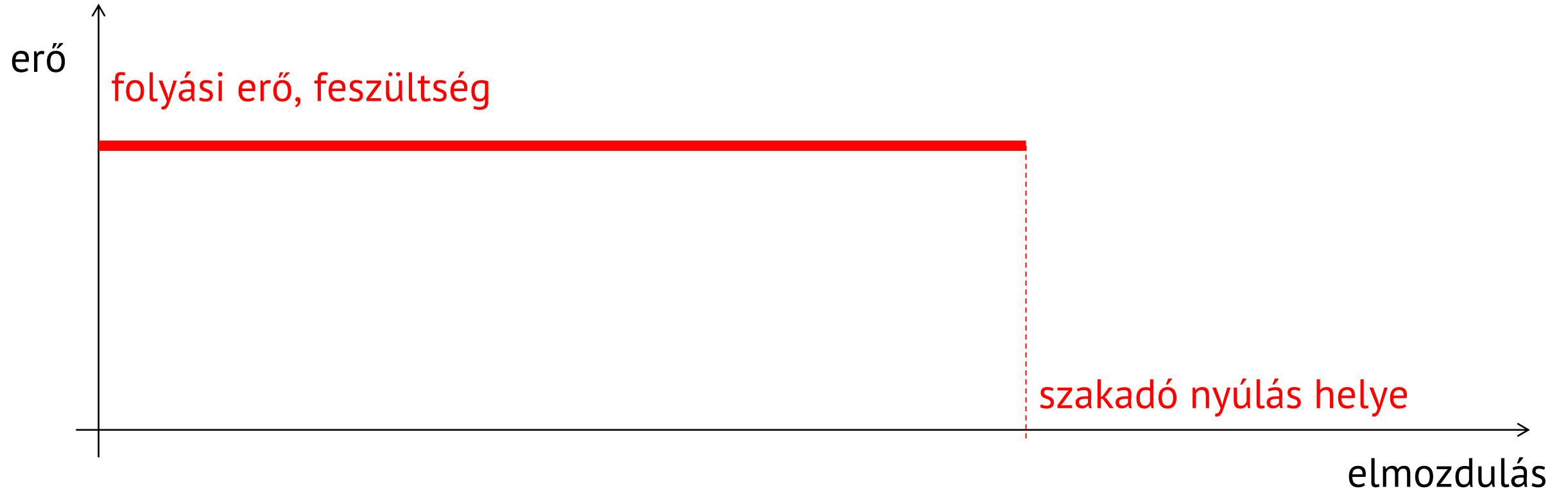
Rugalmas anyag





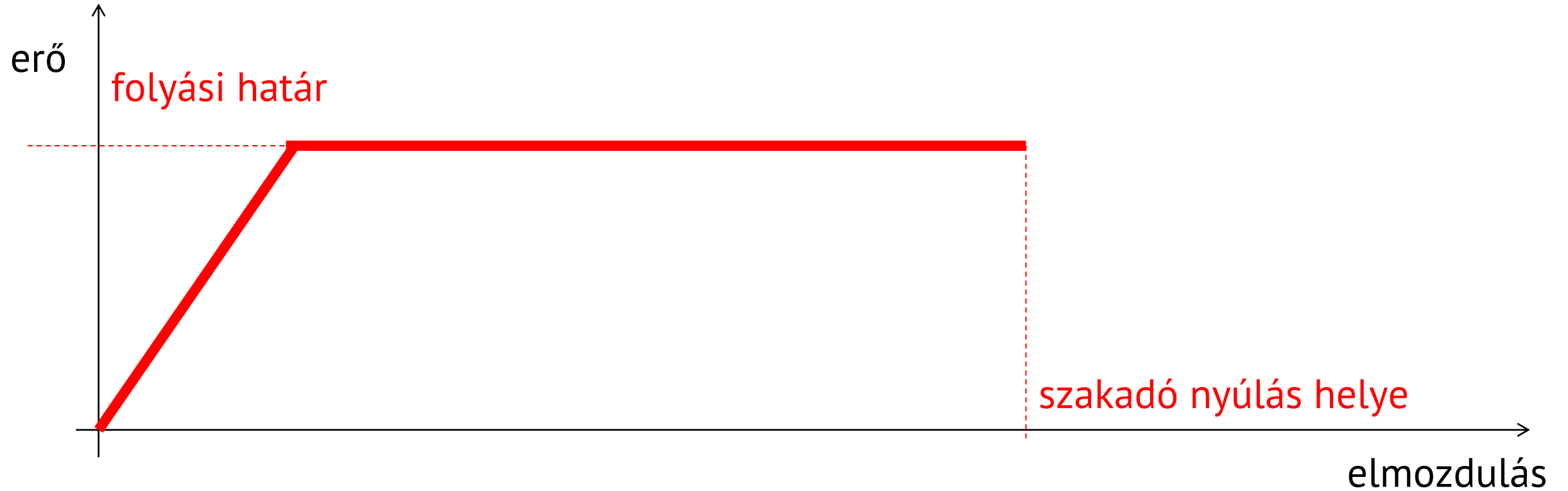
# Erő-elmozdulás diagram

Képlékeny anyag



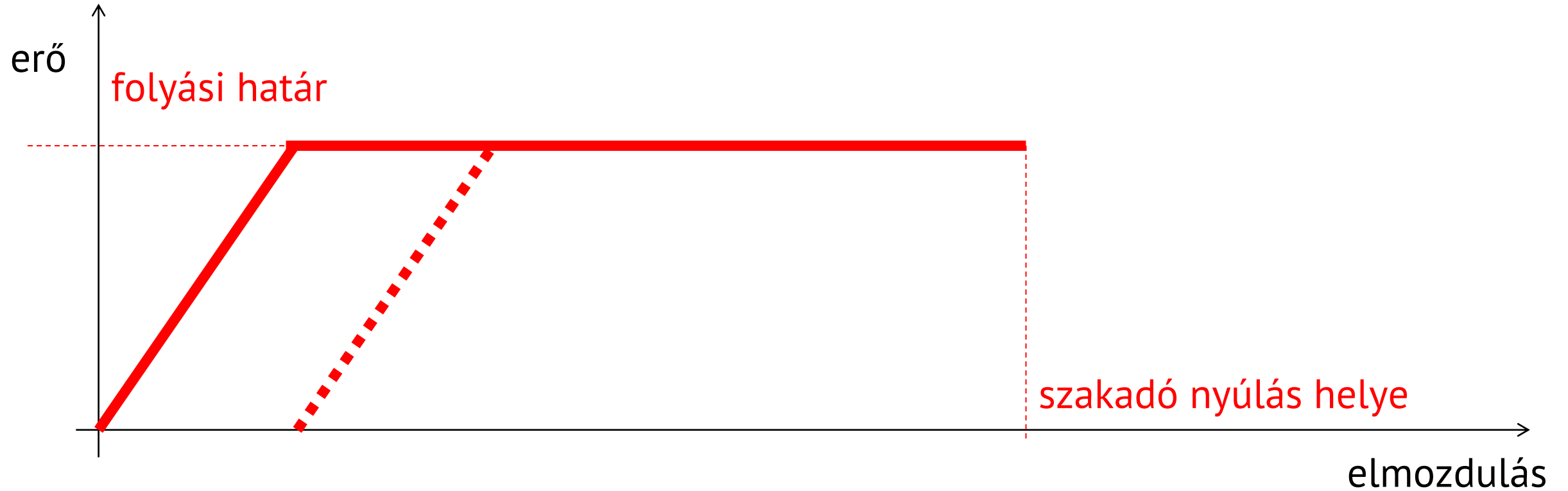
# Erő-elmozdulás diagram

Rugalmas-képlékeny anyag



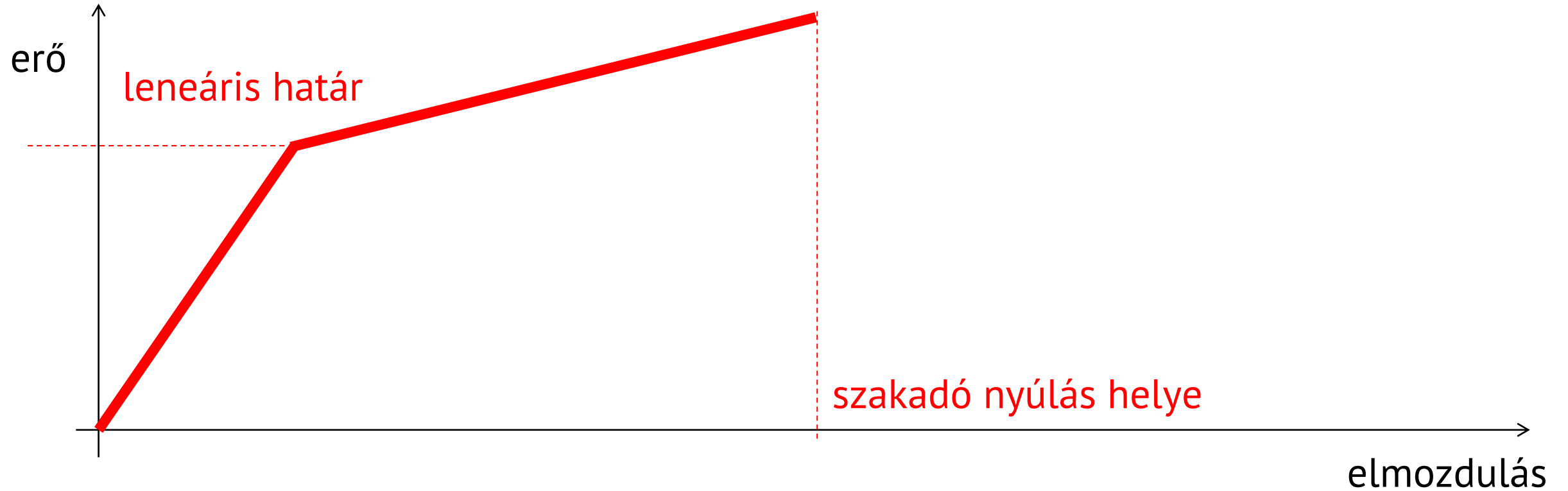
# Erő-elmozdulás diagram

Rugalmas-képlékeny anyag a terhelés megszűnése után



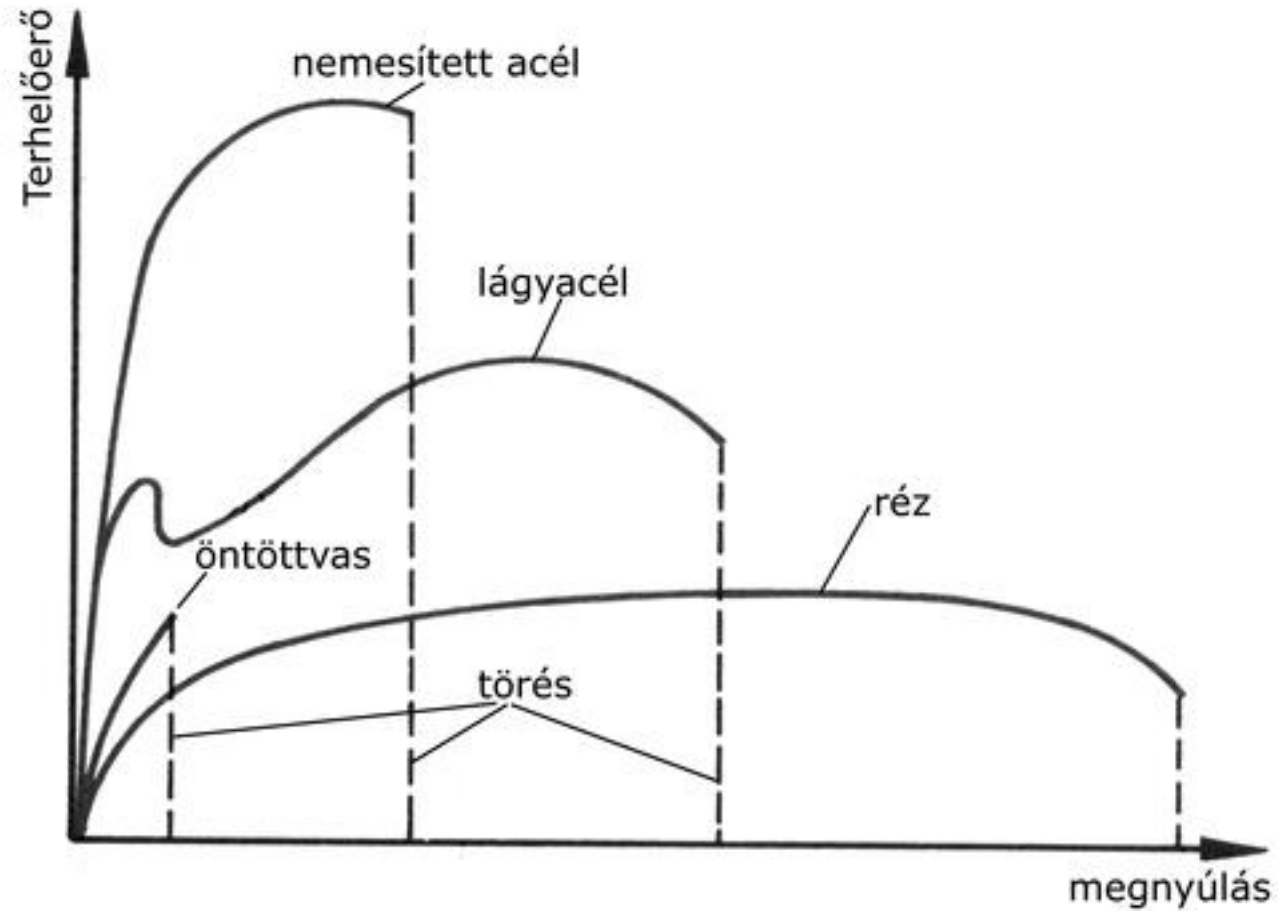
# Erő-elmozdulás diagram

Rugalmas-lágyuló anyag



# Erő-elmozdulás diagram

Valódi anyagok



# Anyagok kombinációja (kompozitok)

A kompozit anyagok (társított anyagok) olyan összetett anyagok, amik két vagy több különböző szerkezetű anyag kombinálásával állnak elő.

A kompozit az alapanyag (*mátrix*) és az ebbe ágyazott erősítő anyag (additív, vagy *fázis*) révén jön létre.

A kombinálás célja a jobb jellemzők elérése.

# Tipikus kompozitok

Vasbeton





# Tipikus kompozitok

Szénzásalas anyagok



# Tipikus kompozitok

Szálerősített anyagok



# Anyagi jellemzők változása

Az anyag belső szerkezete hő (vagy egyéb, pl. kémiai) hatás eredményeként meg tud változni:

- hevítve képlékenyebb lehet...
- hevítve masszívabb lehet...
- katalizátort hozzákeverve térhálósodik...

Ezt a tulajdonságot sok gyártástechnológia fogja kihasználni.

# **EA01/5 – A mérnök feladata**

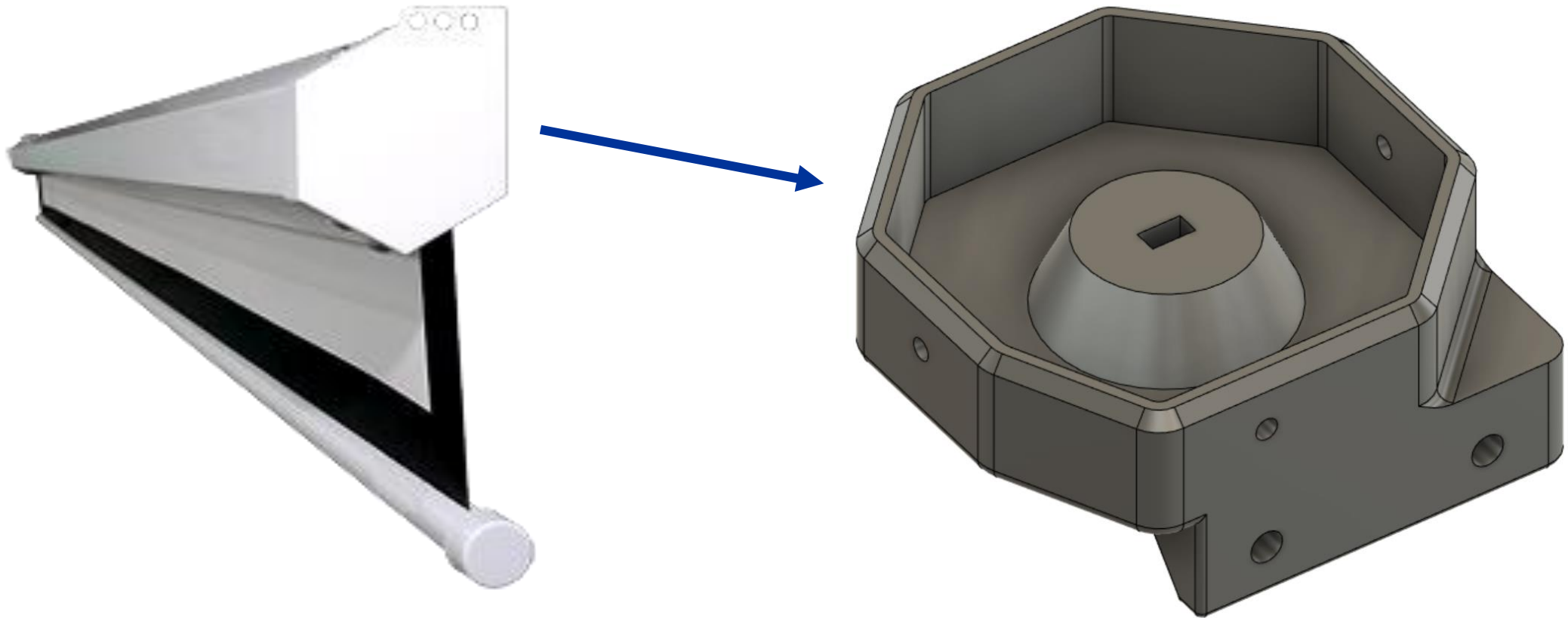
# A tervezés

A tervezés célja, hogy egy olyan dolog jöjjön létre, ami a tervező szándékai szerinti működést valósítja meg.



## Tervezés példa

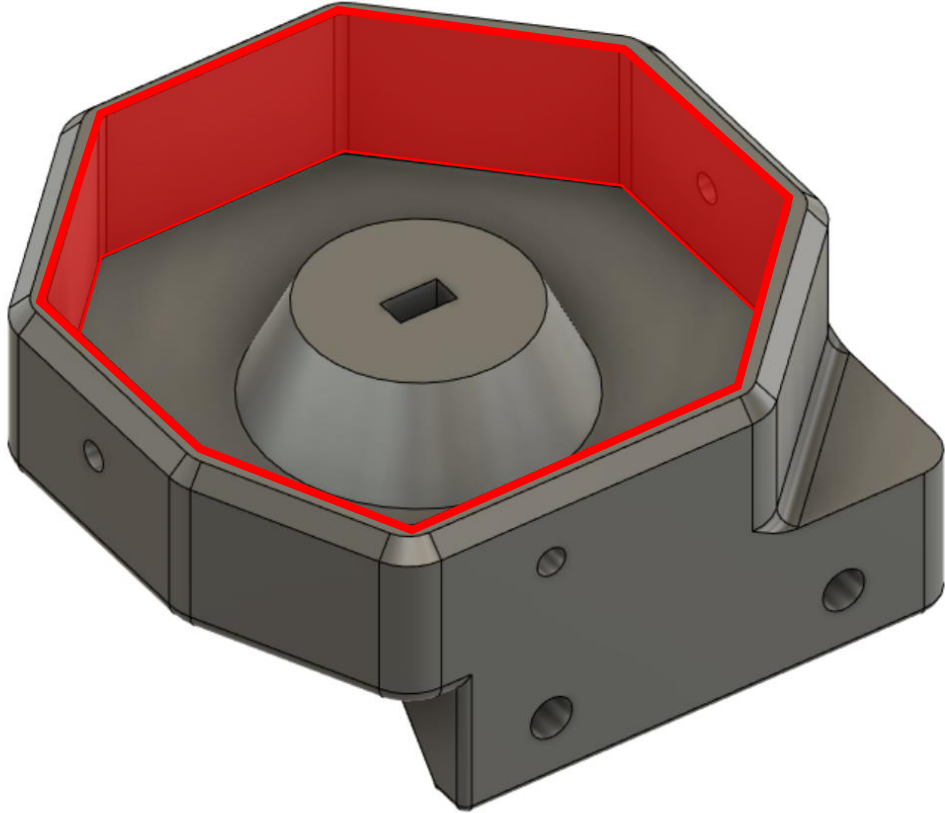
Mit tud egy vetítővászon egy alkatrészze?



## Tervezés példa

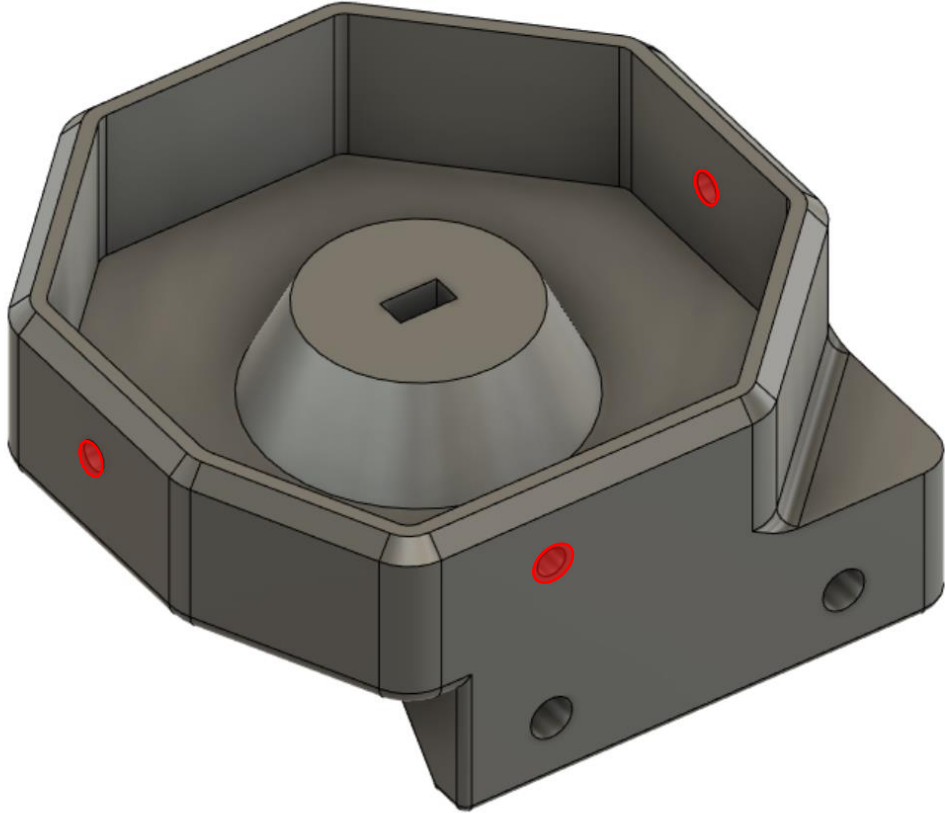
# Mit tud egy vetítővászon egy alkatrészze?

- Olyan geometria, ami illeszkedik a vásznat tartó ház hajlított fémlemezéhez,



## Tervezés példa

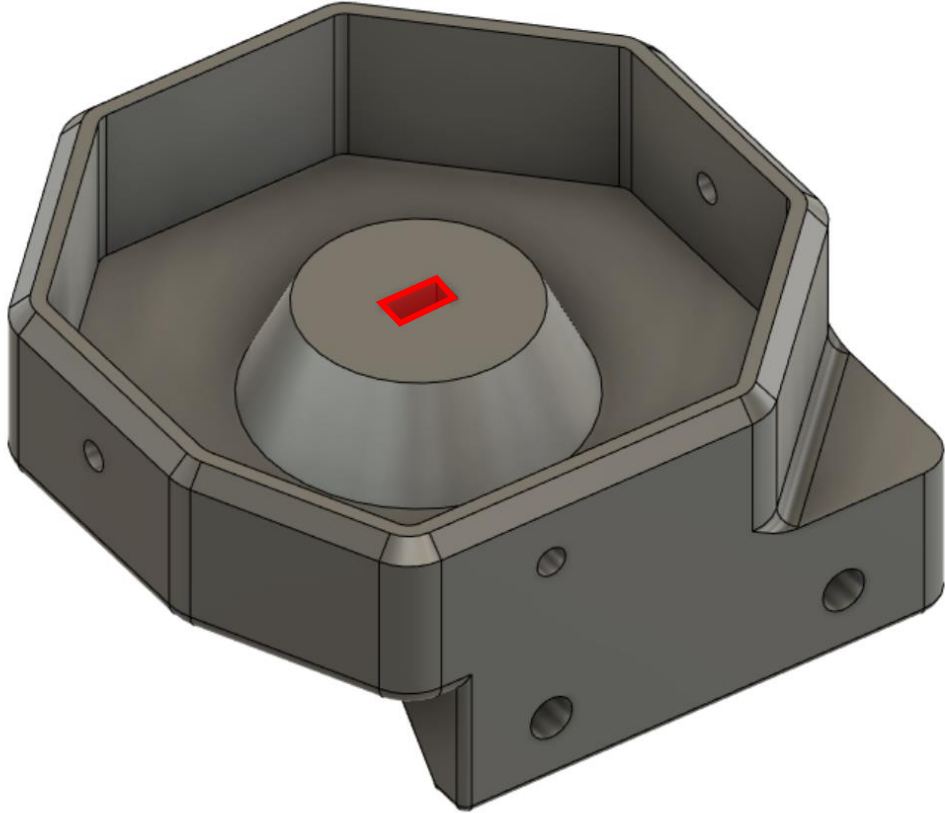
# Mit tud egy vetítővászon egy alkatrészze?



- Olyan geometria, ami illeszkedik a vásznat tartó ház hajlított fémlemezéhez,
- Olyan geometriák, amiken keresztül a kupak a lemezhez rögzíthető,

## Tervezés példa

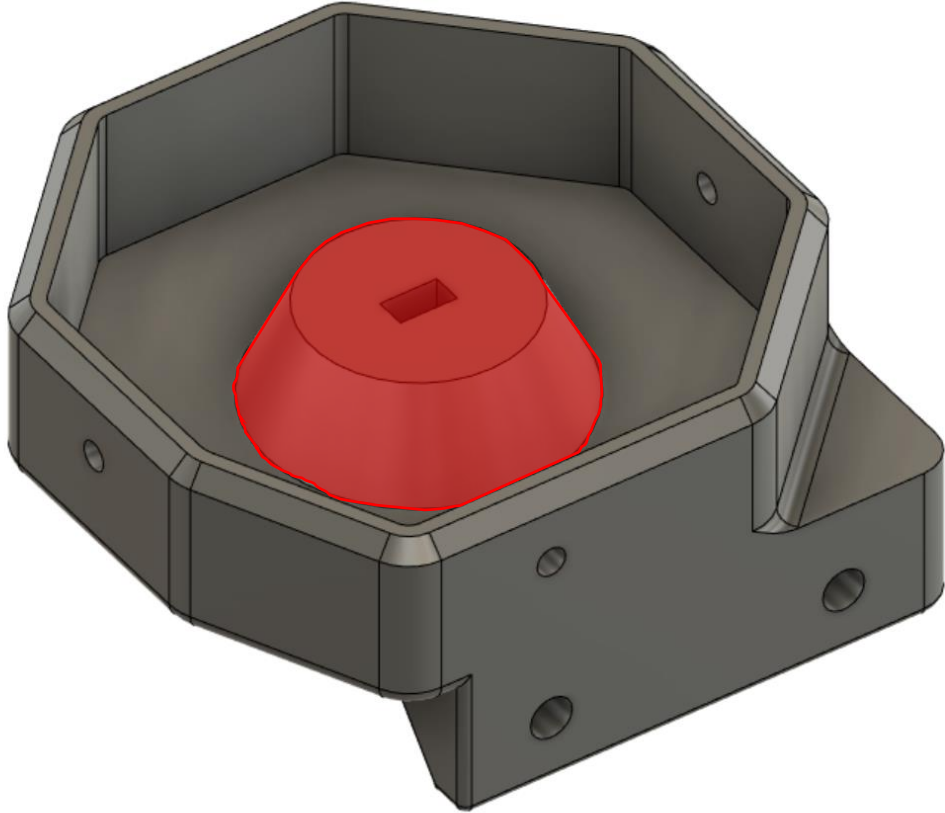
# Mit tud egy vetítővászon egy alkatrészze?



- Olyan geometria, ami illeszkedik a vásznat tartó ház hajlított fémlemezéhez,
- Olyan geometriák, amiken keresztül a kupak a lemezhez rögzíthető,
- Olyan geometria, ami fogadni képes a vásznat tartó tengely lapított végét,

## Tervezés példa

# Mit tud egy vetítővászon egy alkatrészze?

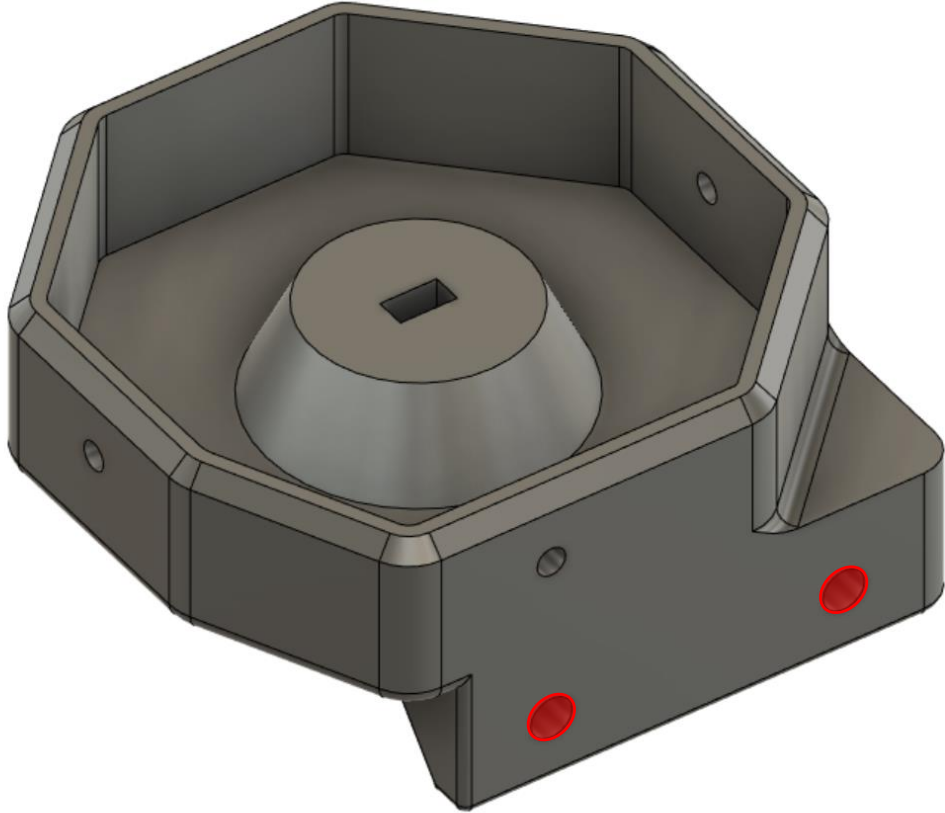


- Olyan geometria, ami illeszkedik a vásznat tartó ház hajlított fémlemezéhez,
- Olyan geometriák, amiken keresztül a kupak a lemezhez rögzíthető,
- Olyan geometria, ami fogadni képes a vásznat tartó tengely lapított végét,
- Olyan geometria, ami növeli a tartóerőt,



# Tervezés példa

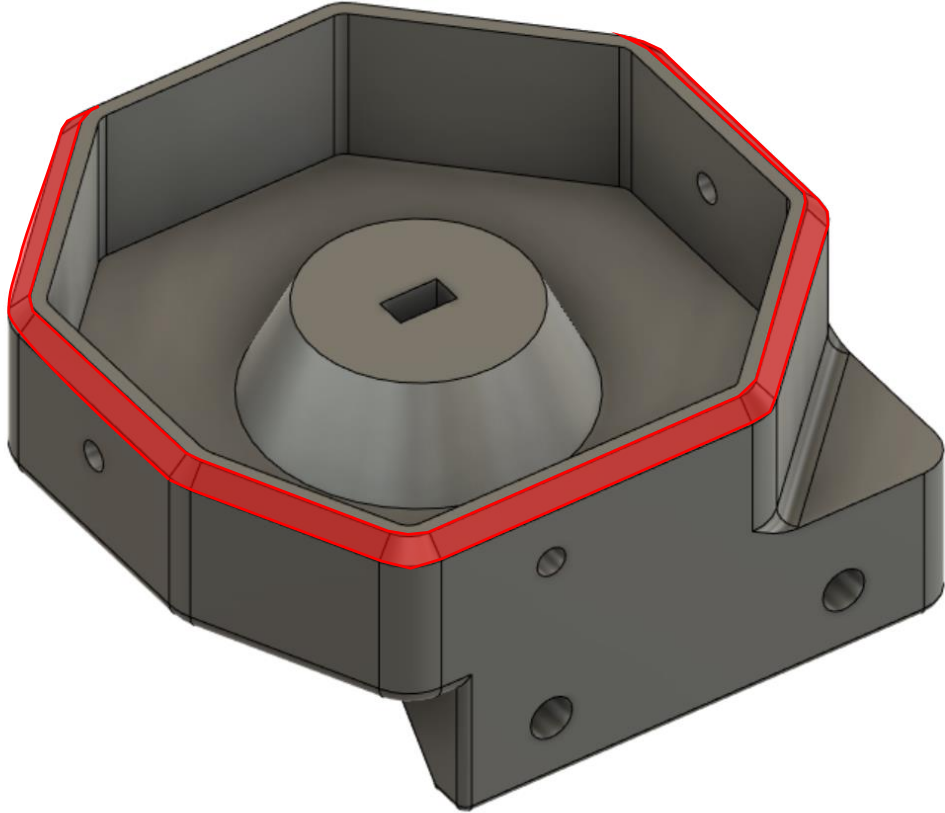
## Mit tud egy vetítővászon egy alkatrészze?



- Olyan geometria, ami illeszkedik a vásznat tartó ház hajlított fémlemezéhez,
- Olyan geometriák, amiken keresztül a kupak a lemezhez rögzíthető,
- Olyan geometria, ami fogadni képes a vásznat tartó tengely lapított végét,
- Olyan geometria, ami növeli a tartóerőt,
- Olyan geometria, mellyel a szerkezet a falhoz rögzíthető,

## Tervezés példa

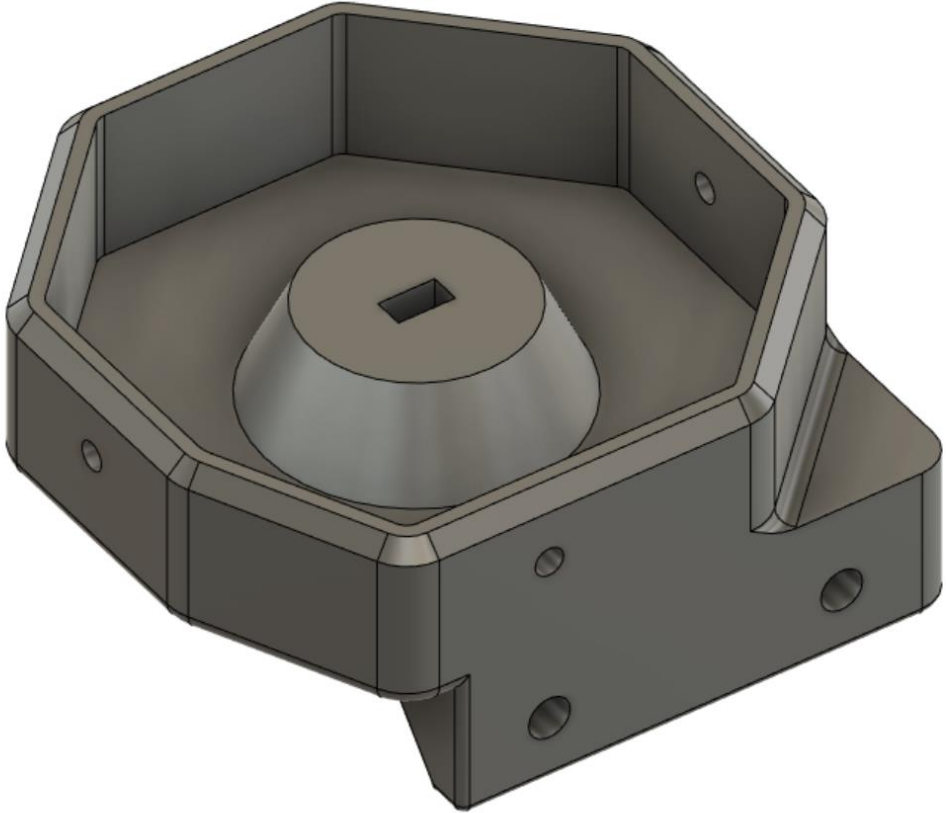
# Mit tud egy vetítővászon egy alkatrészze?



- Olyan geometria, ami illeszkedik a vásznat tartó ház hajlított fémlemezéhez,
- Olyan geometriák, amiken keresztül a kupak a lemezhez rögzíthető,
- Olyan geometria, ami fogadni képes a vásznat tartó tengely lapított végét,
- Olyan geometria, ami növeli a tartóerőt,
- Olyan geometria, mellyel a szerkezet a falhoz rögzíthető,
- Olyan geometria, amittől szebben néz ki a tárgy

# Tervezés példa

## Mit tud egy vetítővászon egy alkatrészze?



- Olyan geometria, ami illeszkedik a vásznat tartó ház hajlított fémlemezéhez,
- Olyan geometriák, amiken keresztül a kupak a lemezhez rögzíthető,
- Olyan geometria, ami fogadni képes a vásznat tartó tengely lapított végét,
- Olyan geometria, ami növeli a tartóerőt,
- Olyan geometria, mellyel a szerkezet a falhoz rögzíthető,
- Olyan geometria, amittől szebben néz ki a tárgy
- stb.

# A tervezés

Az előbb látott geometriákat *jellemzőknek*  
**(feature)**  
fogjuk nevezni a tárgy során.

# A tervezés

**A tervezés során** az a cél, hogy az elvárt működést a természet törvényei szerint elvben megvalósítani képes **feature-ök „bele kerüljenek” a tárgyba.**

# A gyártás

**A gyártás során** az a cél, hogy a terveken szereplő **feature-ök** legalább olyan minőségben **elkészüljenek**, ami a rendeltetetésszerű használatot lehetővé teszi.



# Feature-ök

**A tervezés és gyártás is ezekre a jellemzőkre  
(feature-ökre) koncentrál:**

- ezek alakját és egyéb paramétereit jelöli a rajzban,
- ezek kialakítására hoz létre szerszámokat,
- ezek megfelelőségét vizsgálja műszerekkel,

...mivel e jellemzők megléte esetén fog a dolog az elvárt módon működni.

**VÉGE**