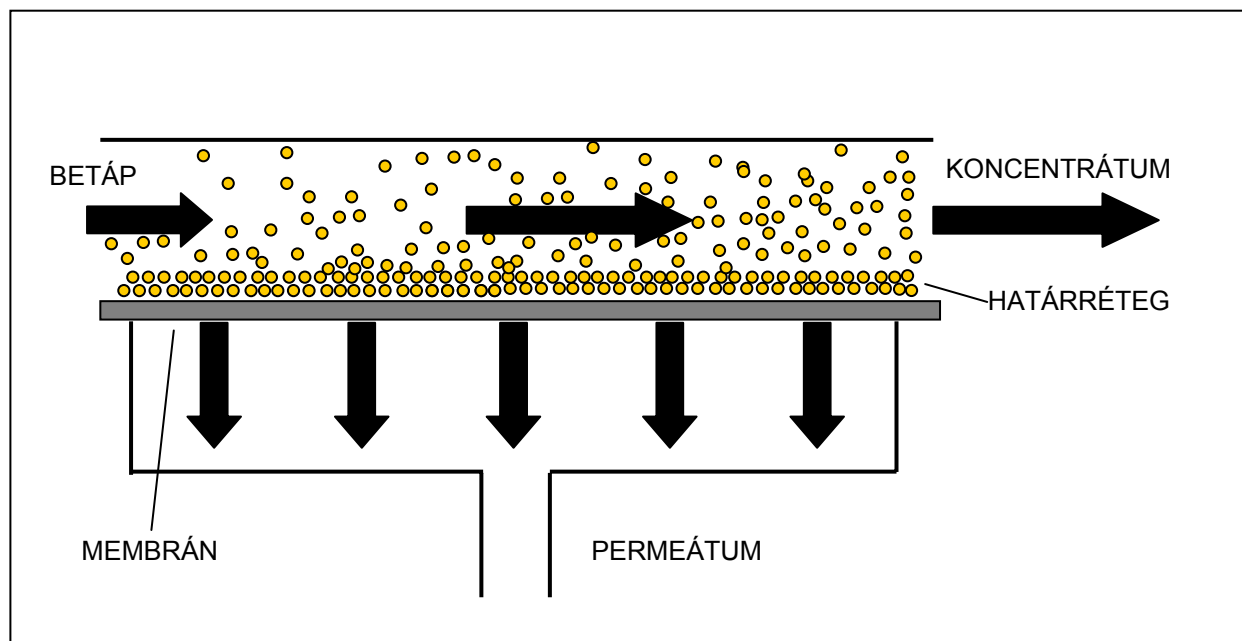


## A szűrési technológiák összehasonlítása

A különböző szűrési technológiákat több szempont szerint osztályozhatjuk, ezek egyike az eltávolított részecskék mérete. A hagyományos makroszűrésnél a szuszpendált részecskét tartalmazó folyadékáram teljes egészében áthalad a szűrőrétegen, arra merőleges irányban. Így működnek a gyertyás szűrők, homokszűrők, kavicszűrők, multimédia szűrők. A makroszűréssel eltávolítható

oldthatatlan részecskék mérete általában nagyobb, mint  $1\mu\text{m}$  (mikron).

Az ennél kisebb részecskék és az oldott anyagok eltávolítására a membránszeparációs eljárások szolgálnak, melyek elvileg különböznek a hagyományos szűrési módszerektől. Az eljárás neve keresztáramú membránszűrés, lényegét az ábra szemlélteti.



### Keresztáramú membránszűrés

Ennél az eljárásnál a nyomással rendelkező betáp áramlás párhuzamos a membrán felületével. A betáplált folyadék egy része keresztül halad a membránon, a visszatartott részecskék bekonzentrálódnak a maradék folyadékáramban. Folyamatos áramlás jön létre a membránfelületen keresztül, a visszamaradt részecskék pedig nem tudnak felhalmozódni, mert a koncentrátum áram mintegy lesöpri, lesodorja azokat a membránról. Lényegében a betáp áram két kilépő áramra válik szét: a hígabb oldat áthatol a membránfelületen, mint *permeátum*, a visszamaradó folyadékáram a *koncentrátum*.

A részecskeméretek alapján a keresztáramú membránszűrésnek négy változatát különböztetjük meg: mikroszűrés, ultraszűrés, nanoszűrés és reverzozmózis.

#### Mikroszűrés (MF)

Mikroszűréssel azokat a részecskéket távolíthatjuk el, melyek méretei hozzávetőlegesen  $0,1\text{--}1\mu\text{m}$  közé esnek. Általában szuszpendált részecskéket, nagyobb kolloidokat lehet visszatartani, míg a

makromolekulák és az oldott anyagok áthaladnak az MF membránokon. Alkalmazásukkal eltávolíthatók a baktériumok, flokkulált anyagok, valamint a TSS<sup>1</sup>. A transzmembrán nyomás általában  $0,7\text{ bar}$  körüli.

#### Ultraszűrés (UF)

Az ultraszűrés makromolekulák szeparálására alkalmas eljárás,  $20 - 1000\text{Å}$  ( $=0,1\mu\text{m}$ ) mérethatárok között. Az összeszt anyag és kisméretű molekula áthalad a membránon. Visszamaradnak a membránon a kolloidok, fehérjék, mikrobiológiai szennyeződések, valamint a nagyméretű szerves molekulák. A legtöbb UF-membrán éles molekulasúly szerinti elválasztó képességgel<sup>2</sup> rendelkezik,  $1000$  és  $100\,000$  értékek között. Az ultraszűrés transzmembrán nyomása általában  $1 - 7\text{ bar}$  körüli.

#### Nanoszűrés (NF)

<sup>1</sup> TSS = Total Suspended Solids, Összes szuszpendált anyag

<sup>2</sup> NMWL = Nominal Molecular Weight Limit = névleges molekulatömeg határérték

Nanoszűrésnek azt a membrántechnikai műveletet nevezzük, ahol a visszatartott részecskék mérete jellemzően 1 nanométer (10 Å) körüli. A nanoszűrés tulajdonságait tekintve az ultraszűrés és a reverzozmózis között helyezkedik el. Visszatartja azokat a szerves molekulákat, melyek molekulásúlya nagyobb 200 – 400-nál. Visszatartja az oldott sók egy részét is, 20 – 98%-os mértékben. Azoknál a sóknál, ahol az anion egyértékű (NaCl, CaCl<sub>2</sub>), a visszatartás mértéke 20 – 80%, míg kétértékű anionnal rendelkező sók esetében (pl. MgSO<sub>4</sub>) a visszatartás mértéke magasabb, 90 – 98%-os. Az NF jellemző alkalmazási területe a felszíni vizekben lévő színezőanyagok eltávolítása, a TOC csökkentése, keménység vagy rádium eltávolítása kútvizekből, általában a TDS csökkentése, valamint szerves és szervesetlen komponensek elválasztása az élelmiszeriparban és a hulladékvizek kezelésénél. A transzmembrán nyomás jellemzően 3,5 – 16 bar közötti.

### Reverzozmózis (RO)

A reverzozmózis alapján véve az elérhető legfinomabb szűrészt jelenti. Az RO-membrán akadályt jelent minden olyan oldott só és

szervesetlen molekula számára, melyek molekulásúlya nagyobb a 100 körüli értéknél. Másrészt a vízmolekulák képesek áthatolni a membránon, egy nagy tisztaságú folyadékáramot létrehozva. Az oldott sók visszatartásának mértéke jellemzően 95 – 98%-os.

Az RO-technikát ma már számtalan területen alkalmazzák, a tengervíz sótalanításával, a brakkvizek kezelésével történő ivóvíz előállításra, hulladékvizek visszaforgatására, élelmiszer- és üdítőital-ipari célokra, biokémiai, gyógyszeripari elválasztásokra, ivóvíz házi tisztítására, ipari folyamatokhoz.

Az RO-technika ultratiszta víz előállítására is alkalmas, például a félvezetők gyártásánál, az erőműiparban (kazántápvíz előállítására), orvosi és laboratóriumi célokra. Ha az RO-egységet ioncserélők *előtt* használjuk, az a kezelési költségek és a regenerálás gyakoriságának drámai csökkenését eredményezi. Az RO-berendezések transzmembrán nyomása a brakkvizek esetén szokásos 14 bar-tól a tengervíznél használt 70 bar-ig terjedhet.

A különböző membrántechnikai folyamatok szűrési határait mutatja be a következő ábra.

