

4. Kísérleti körülmények

4.1. Sorosan kapcsolt oszloprendszer közös termosztátban, passzív csatlakoztatóelemmel

Készülék: Packard 427 típusú gázkromatográf *split* injektorral és lángionizációs detektorral (FID) felszerelve (Packard Instrument B.V., Hollandia). Az injektor és a detektor hőmérséklete 270 °C.

Apoláris oszlop: HP ULTRA-2, immobilizált fenil{5%}-metil{95%}-polisziloxánnal nedvesített kvarc kapillárisoszlop, 25 m × 0,20 mm d_c × 0,33 μm d_f ³⁴ (Hewlett-Packard, USA).

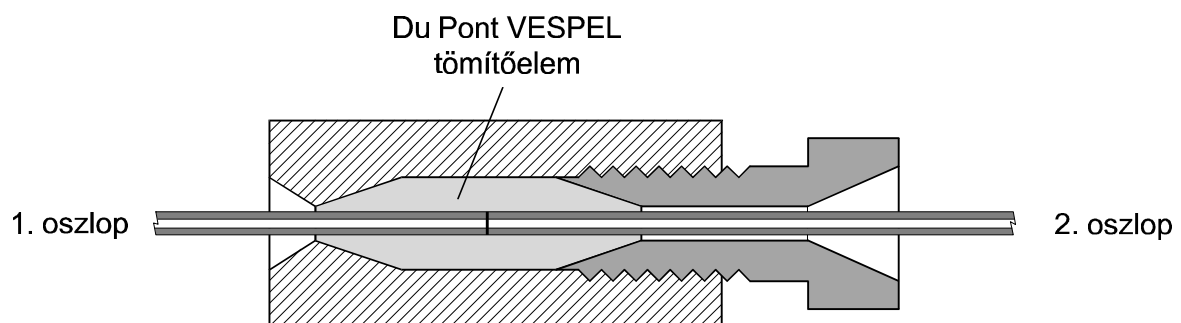
Poláris oszlop: HP-20M, nagy molekulatömegű polietilénlikollal (Carbowax 20M) nedvesített kvarc kapillárisoszlop, 50 m × 0,32 mm d_c × 0,3 μm d_f (Hewlett-Packard, USA).

Csatlakoztatóelem: *butt connector* (Supelco Inc., USA), amely lehetővé teszi két oszlop minimális holtterefogatú összekapcsolását (4-1. ábra).

Vivőgáz: hidrogén.

Tesztoldatok: az egyes vegyületekre nézve 0,02–0,1%-os szén-diszulfidos oldatok.

Mintabejuttatás: 0,5–1,0 μl tesztoldatot injektáltam kb. 1 : 50 lefúvatási aránynál. A holtidő meghatározására metánt alkalmaztam, amelyet a folyadékmintával együtt injektáltam.



4-1. ábra. Gyakorlatilag holtterefogat-mentes oszlopcsatlakoztatásra alkalmas *butt connector* (Supelco Inc., USA) sematikus keresztmetszeti rajza

³⁴ A kolonnák névleges méretének megadásánál az 1. adat a kolonna hossza, a 2. a kolonna belső átmérője, míg a 3. az állófázis vastagsága.

Adatgyűjtés és -feldolgozás: A kromatogramokat JR-251A típusú rekorderrel (Jeol, Japán) rögzítettem papírra, míg a retenciós idők, illetve a csúcsterületek meghatározása M2 Mini-grator (Spectra-Physics, USA) segítségével történt. A retenciós adatok további feldolgozását Commodore 64 típusú számítógéppel és saját készítésű programcsomaggal (részletebben lásd a 4.5. pontot) végeztem.

4.2. Hőmérséklettel hangolható tandemrendszerek

4.2.1. Hőmérséklettel hangolható tandemrendszer két légtermosztáttal

Készülékek: Packard 427 és Packard 439S típusú gázkromatográf, mindkettő *split* injektorral és lángionizációs detektorral (FID) felszerelve (Packard Instrument B.V., Hollandia). A kísérletek során a Packard 427 injektorát és a Packard 439S detektorát alkalmaztam. Az injektor és detektor hőmérséklete 270 °C.

Apoláris oszlop: HP ULTRA-2, immobilizált fenil{5%}-metil{95%}-polisziloxánnal nedvesített kvarc kapillárisoszlop, 25 m \times 0,20 mm d_c \times 0,33 μ m d_f (Hewlett-Packard, USA).

Poláris oszlop: HP-20M, nagy molekulatömegű polietilénlikollal (Carbowax 20M) nedvesített kvarc kapillárisoszlop, 50 m \times 0,32 mm d_c \times 0,3 μ m d_f (Hewlett-Packard, USA).

A *poláris* oszlopot a Packard 427, míg az *apoláris* at a Packard 429S típusú gázkromatográf termosztátjában helyeztem el úgy, hogy a *poláris* oszlopot csatlakoztattam az injektorhoz, míg az *apoláris* at a detektorhoz. A két termosztátot a laboratóriumunkban készített, 200 °C-ra fűthető, 1/8" belső átmérőjű fémcső (*interface*) kötötte össze. Az *apoláris* oszlop szabad végét a csövön átfűzve a két oszlopot a Packard 427-es készülék termosztátjában *butt connector*-ral (Supelco Inc., USA; 4-1. ábra) csatlakoztattam.

Vivőgáz: hidrogén.

Tesztoldatok: az egyes vegyületekre nézve 0,02–0,1%-os szén-diszulfidos oldatok.

Mintabejuttatás: 0,5–1,0 μ l oldatot injektáltam kb. 1 : 50 lefúvatási aránynál. A holtidő meghatározására metánt alkalmaztam, amelyet a folyadékmintával együtt juttattam az oszlopba.

Adatgyűjtés és -feldolgozás: A kromatogramok rögzítésére, valamint a retenciós idők, illetve a csúcsterületek meghatározására HP-3390A típusú rekorder-integrátort (Hewlett-Packard, USA) alkalmaztam. A retenciós adatok további feldolgozását Commodore-64 számítógéppel és saját készítésű programcsomaggal végeztem (lásd a 4.5. pontot).

4.2.2. Hőmérséklettel hangolható tandemrendszer folyadék- és légtermosztáttal

Készülék: Packard 427 típusú gázkromatográf *split* injektorral és lángionizációs detektorral (FID) felszerelve (Packard Instrument B.V., Hollandia). Az injektor és a detektor hőmérséklete 270 °C.

Folyadéktermosztát: vízzel töltött, üvegből készített „medence”, amelynek hőmérsékletét intenzív keverés mellett 0,1 °C pontossággal lehetett szabályozni.

Apoláris oszlop: HP ULTRA-2, immobilizált fenil{5%}-metil{95%}-polisziloxánnal nedvesített kvarc kapillárisoszlop, 25 m × 0,20 mm d_c × 0,33 μm d_f (Hewlett-Packard, USA).

Poláris oszlop: HP-20M, nagy molekulatömegű polietilén-glikollal (Carbowax 20M) nedvesített kvarc kapillárisoszlop, 50 m × 0,32 mm d_c × 0,3 μm d_f (Hewlett-Packard, USA).

A *poláris* oszlopot a Packard 427 típusú készülék légtermosztátjában, míg az *apoláris* a folyadéktermosztátban helyeztem el. A *poláris* oszlopot az injektorhoz csatlakoztattam. A folyadéktermosztátban elhelyezett *apoláris* kolonna mindkét végét átfűztem a folyadéktermosztátot a légtermosztáttal összekötő, 1/8" belső átmérőjű, 200 °C-ra fűthető fémcsővön, majd a kolonna egyik végét a detektorral, a másikat pedig a *poláris* oszlop szabad végével kapcsoltam össze. Az oszlopok csatlakoztatására *butt connector* (Supelco Inc., USA; **4-1. ábra**) szolgált.

Vivőgáz: hidrogén.

Vizsgált minták: tesztvegyületek esetén az egyes komponensekre nézve 0,02–0,1%-os szén-diszulfidos oldatok, míg a háztartási és az ipari keverékoldószeresek esetén 0,5–1%-os szén-diszulfidos oldatok.

Mintabejuttatás: 0,5–1,0 μl oldatot injektáltam kb. 1 : 50 lefúvatási aránynál. A holtidő meghatározására metánt alkalmaztam, amelyet a folyadékmintával együtt juttattam az oszlopba.

Adatgyűjtés és -feldolgozás: A kromatogramokat JR-251A típusú rekorderrel (Jeol, Japán) rögzítettem papírra, míg a retenciós idők és a csúcsterületek meghatározására DIGINT L80 típusú integrátor (Chinoin, Budapest) szolgált. Az integrátort RS-232-es kommunikációs vonalon keresztül Commodore-64 számítógéphez csatlakoztattam, így lehetővé vált a retenciós adatok hatékony számítógépes feldolgozása, amelyet saját készítésű programcsomaggal végeztem (lásd a 4.5. pontot).

4.3. Áramlással hangolható tandemrendszer

Készülék: Packard 427 típusú gázkromatográf *split* injektorral és lángionizációs detektorral (FID) felszerelve (Packard Instrument B.V., Hollandia). Az injektor és a detektor hőmérséklete 270 °C.

Apoláris oszlop: HP-101, állófázisként polidimetilsziloxánt tartalmazó kvarc kapillárisoszlop, $50\text{ m} \times 0,20\text{ mm } d_c \times 0,20\text{ }\mu\text{m } d_f$ (Hewlett-Packard, USA).

Poláris oszlop: DB-210, immobilizált 3,3,3-trifluorpropil{50%}-metil{50%}-polisziloxán nedvesítésű kvarc kapillárisoszlop, $30\text{ m} \times 0,25\text{ mm } d_c \times 0,25\text{ }\mu\text{m } d_f$ (J&W Scientific, USA).

A *poláris* oszlopot az injektorhoz, míg az *apoláris*at a detektorhoz csatlakoztattam. Az oszlopok összekötésére a laboratóriumunkban kifejlesztett aktív csatlakoztatóelemet alkalmaztam [1]. A csatlakoztatóelem vázlatát a **4-2. ábrán** mutatom be. A megoldás lényege, hogy a két oszlop közötti kapcsolatot ún. *press-fit* elem hozza létre, amelyet 1/8"-es fémcsövek összekötésére szolgáló keresztcsatlakoztatóba (Union Cross, Swagelok Co., USA) építettem be. (A *press-fit* csatlakoztató is a laboratóriumunkban kidolgozott eljárással készült [1].) Ahhoz, hogy a csatlakozási nyomást változtatni tudjam, csak az *apoláris* oszlopot illesztettem a *press-fit* elembe gáztömören, az elől álló *poláris* kolonnát csak lazán helyeztem a nyílásba. A burkolatot képező keresztelem két egymással szemben elhelyezkedő kivezetése szolgált az oszlopok fogadására (az ábrán „1. oszlop” és „2. oszlop” jelöléssel), míg a másik két kivezetést a csatlakozási nyomást, illetve az öblítőgáz térfogatáramát beállító nyomásszabályozó, illetve túszelep illesztésére (az ábrán Pr2, illetve Nv2 jelöléssel) használtam fel.

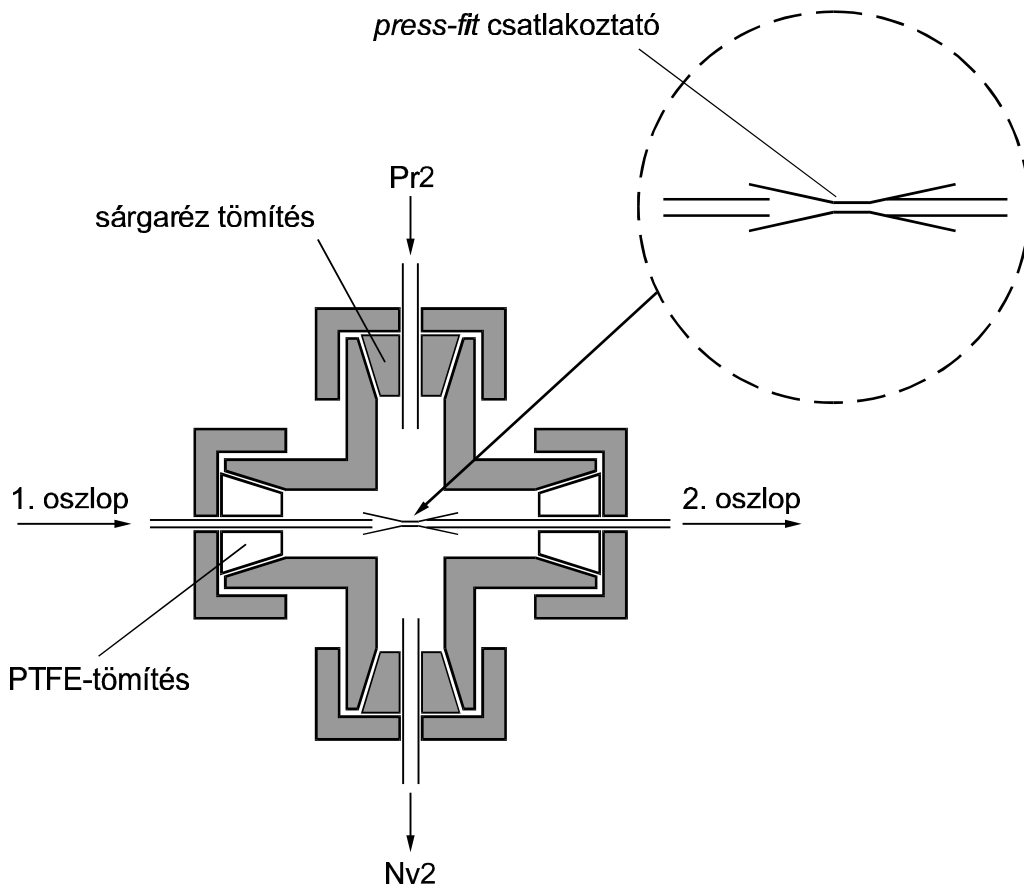
A gázrendszer sematikus rajzát a **4-3. ábrán** mutatom be. A szabályozóelemek a termosztáton kívül, szobahőmérsékleten helyezkednek el. A csatlakozási nyomás a Nv2 túszelep (Swagelok Co., USA) közepesen nyitott állapotában a Pr2 nyomásszabályozóval (Mod FC-114 típus, Jeol, Japán) állítható be, majd a túszelep nyitásával, illetve zárásával érhető el az öblítőgáz megfelelő térfogatárama ($10\text{--}20\text{ cm}^3/\text{min}$). A csatlakozási nyomás leolvasására 2 kPa-os beosztással rendelkező manométer szolgált (Matheson, USA).

Vivőgáz: hidrogén.

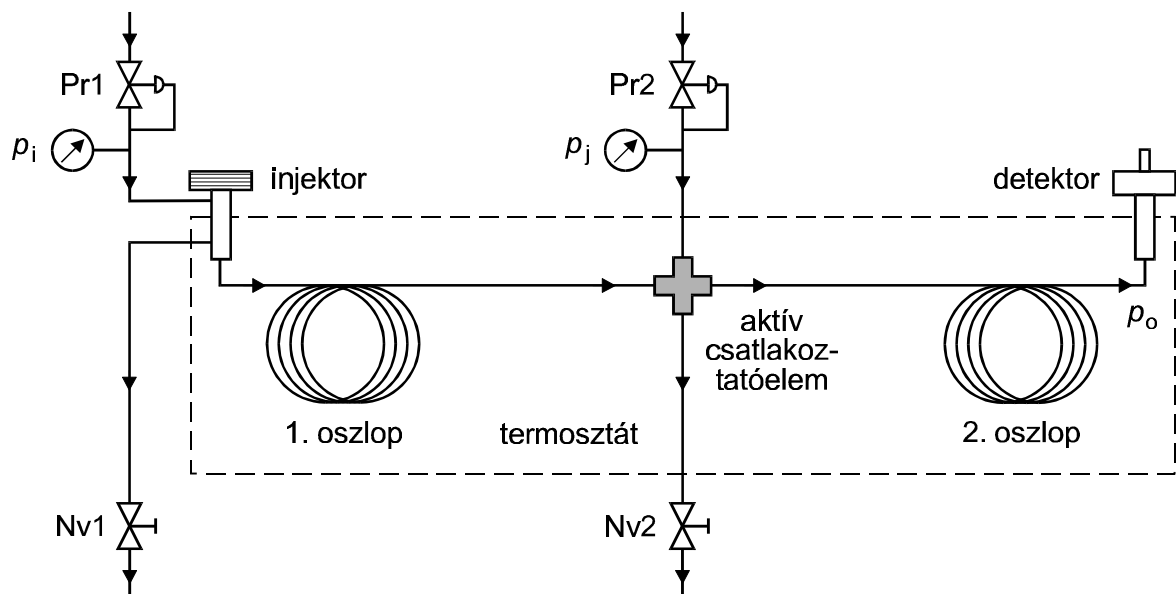
Vizsgált minták: tesztvegyületek esetén az egyes komponensekre nézve 0,02–0,1%-os szén-diszulfidos oldatok, míg a háztartási és az ipari keverékoldószerek esetén 0,5–1%-os szén-diszulfidos oldatok.

Mintabejuttatás: 0,5–1,0 μl oldatot injektáltam kb. 1 : 50 lefúvatási aránynál. A holtidő meghatározására metánt alkalmaztam, amelyet a folyadékmintával együtt juttattam az oszlopba.

Adatgyűjtés és -feldolgozás: A kromatográfias jel digitalizálására, valamint az adatok (*raw data*) tárolására és feldolgozására A/D-konverterkártyával (Chrompack Int., B.V., Hollandia) felszerelt IBM PC AT kompatibilis számítógép szolgált. Az alapvető retenciós adatok (retenciós idők, csúcsterületek, félértékszélességek) meghatározását PCI 5.12 (Chrompack Int., B.V., Hollandia) szoftverrel végeztem. Az adatok további feldolgozására saját fejlesztésű programcsomagot alkalmaztam (lásd a 4.5. pontot).



4-2. ábra. Az áramlással hangolható tandemrendszer megvalósításához alkalmazott csatlakoztatóelem sematikus metszeti ábrázolásban



4-3. ábra. Az áramlással hangolható tandemrendszer gázrendszerének sematikus vázlata (Pr1, Pr2 – nyomásszabályozók; Nv1, Nv2 – tűszelepek)

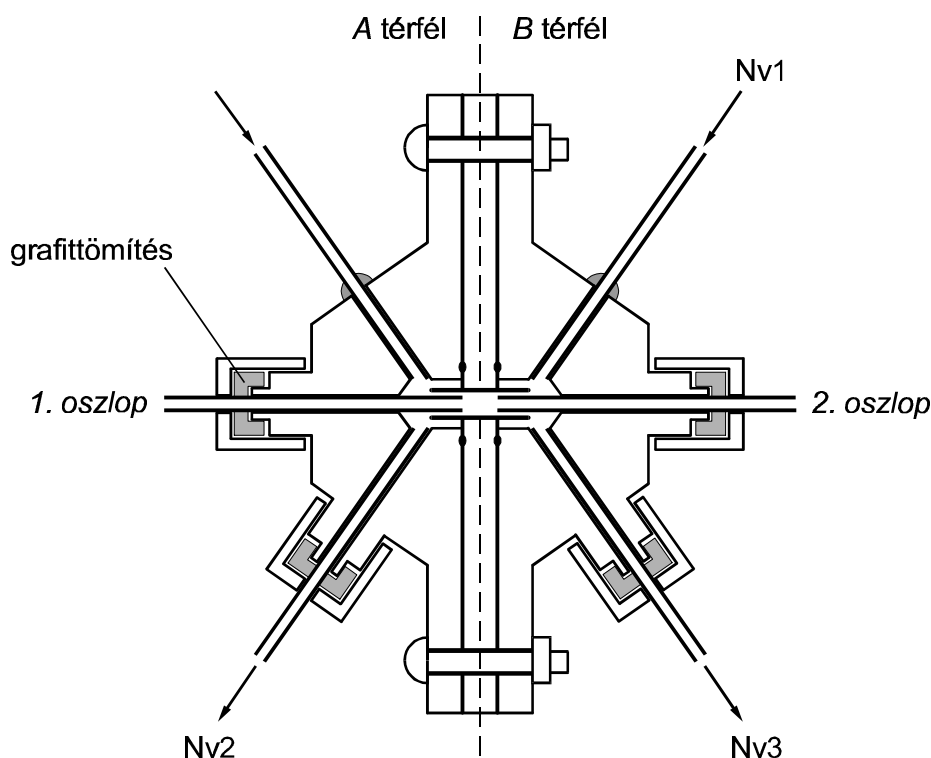
4.4. Áramlással hangolható tandemrendszer nagy pontosságú nyomásszabályozással

Készülék: CP-9001 típusú gázkromatográf *split* injektorral és lángionizációs detektorral (FID) felszerelve (Chrompack Int., B.V., Hollandia). Az injektor hőmérséklete 250 °C, míg a detektoré 260 °C volt.

Apoláris oszlop: HP ULTRA-1, immobilizált polidimetilsziloxánnal nedvesített kvarc kapillárisoszlop, 25 m × 0,32 mm d_c × 0,52 μm d_f (Hewlett-Packard, USA).

Poláris oszlop: HP-20M, nagy molekulatömegű polietilénlikol (Carbowax 20M) nedvesítésű kvarc kapillárisoszlop, 25 m × 0,32 mm d_c × 0,3 μm d_f (Hewlett-Packard, USA).

Az *apoláris* oszlopot az injektorhoz, míg a *poláris*at a detektorhoz csatlakoztattam. A két oszlop összekötésére a laboratóriumunkban kifejlesztett, multidimenziós gázkromatográfias rendszerek építésére is alkalmas csatlakoztatóelemet alkalmaztam, amelynek sematikus metszeti rajzát a **4-4. ábrán** mutatom be. A működtetéshez szükséges gázrendszer vázlata **4-5. ábrán** látható. A csatlakozási nyomás beállítására a Pr2 jelű nyomásszabályozó szolgált. A működéshez szükséges áramlási viszonyok három tűszelep (Nv1, Nv2, Nv3) segítségével állíthatók be. A belépő és a csatlakozási nyomás mérésére 0–400 kPa mérés-tartományú, 0,4% pontosságú elektronikus nyomássondata (Cole-Parmer Co., USA), míg a nyomásértékek leolvasására 0,1 kPa felbontású digitális kijelzőt (Cole-Parmer Co., USA) alkalmaztam.



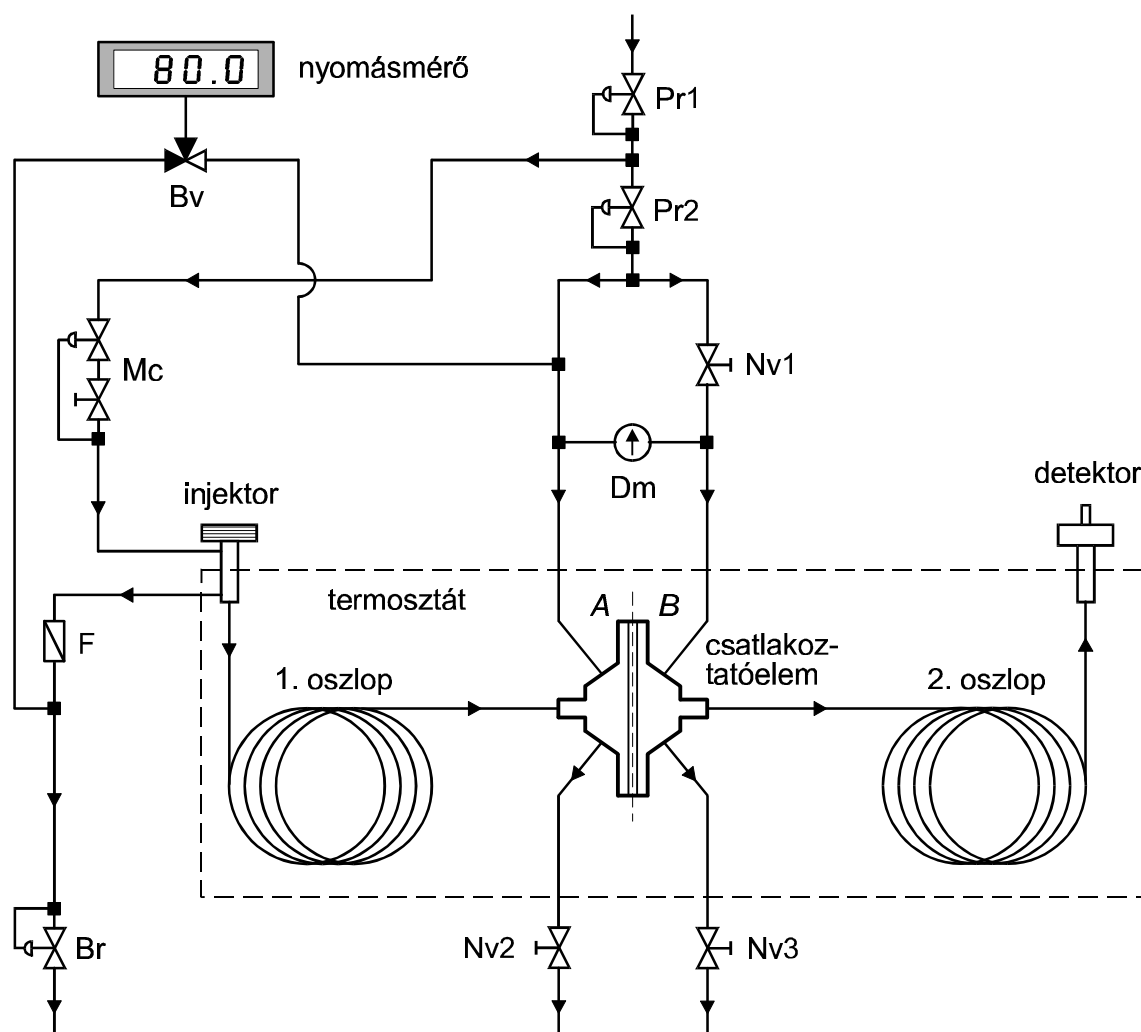
4-4. ábra. A második áramlással hangolható tandemrendszer megvalósításához alkalmazott, multidimenziós gázkromatográfias rendszerek építésére is alkalmas csatlakoztatóelem sematikus metszeti ábrázolásban

Vivőgáz: hidrogén.

Vizsgált minták: tesztvegyületek esetén az egyes komponensekre nézve kb. 0,1%-os dietil-éteres oldatok, míg a háztartási és az ipari keverékoldások esetén 0,5–1%-os dietil-éteres oldatok.

Mintabejuttatás: 0,5–1,0 μl oldatot injektáltam kb. 1 : 50 lefűvadási aránynál. A holtidő meghatározására metánt alkalmaztam, amelyet a folyadékmintával együtt juttattam az oszlopba.

Adatgyűjtés és -feldolgozás: A kromatográfias jel digitalizálására, valamint az adatok (*raw data*) tárolására és feldolgozására A/D-konverterkártyával (Chrompack Int., B.V., Hollandia) felszerelt számítógép (i486) szolgált. Az alapvető retenciós adatok (retenciós idők, csúcsterületek, félértékszélességek) meghatározását MOSAIC 3.0, illetve MAESTRO 2.1 (Chrompack Int., B.V., Hollandia) szoftverrel végeztem. Az adatok további feldolgozására saját fejlesztésű programcsomagot használtam (lásd a 4.5. pontot).



4-5. ábra. A második áramlással hangolható tandem gázrendszerének sematikus vázlata (Pr1, Pr2, Br – nyomásszabályozók; Nv1, Nv2, Nv3 – tűszelepek; Mc – tömegáram-szabályozó; Dm – differenciálmérő; Bv – háromutas csap; F – aktív szén szűrő)

4.5. A számítások elvégzésére alkalmazott számítógépes programcsomag

Az integrátor, illetve az integráló szoftver által szolgáltatott retenciós alapadatok (retenciós idők, csúcsterületek, félértékszélességek) feldolgozását saját fejlesztésű szoftvercsomag segítségével végeztem, amely mind egykolonnás rendszerek, mind sorosan kapcsolt oszloprendszerek esetén alkalmazható az alábbiakban részletezett feladatok elvégzésére.

4.5.1. Azonosítójel hozzárendelésére szolgáló modul

A modul a kromatográfias csúcsokat jellemző alapadatokat az integráló szoftver által létrehozott listából (fájlból) olvassa be. A későbbi műveletek elvégzésének megkönnyítésére az egyes kromatográfias csúcsokhoz, egy előre összeállított „szótár” alapján, azonosítót (standardokat tartalmazó elegy kromatografálása esetén célszerűen vegyületneveket) rendelhetünk, illetve törölni lehet a szükségtelennek ítélt csúcsokat (pontosabban ezek adatait).

4.5.2. Modul retenciós faktor, illetve Kováts-index számítására

Az egyes komponensekhez tartozó retenciós faktorok mind mért (például metánnal meghatározott), mind normál alkánok retenciós ideje alapján kalkulált holtidő felhasználásával kiszámíthatók. A Kováts-indexek számítása mind „belső” (a vizsgálandó eleggyel együtt injektált), mind „külső” (a vizsgálandó elegytől függetlenül kromatografált) normálalkán-sorozathoz tartozó retenciós idők ismeretében elvégezhető. A program meghatározza azt is, hogy az egyes komponensek retenciós idejének, illetve a holtidő kis mértékű (például 1 s-os) megváltozása milyen eltérést eredményezne a retenciós indexekben.

4.5.3. Modul az adatok kvantitatív célú értékelésére

A vizsgált elegy összetételének jellemzésére lehetőség van területszázalék, valamint a relatív érzékenységek figyelembevételével számított tömegszázalékos összetétel (súlyozott területszázalék) meghatározására. A modul alkalmas az egyes komponensek koncentrációjának kiszámítására belsőstandard-módszer alkalmazása esetén is.

4.5.4. Modul a polinomillesztések elvégzésére

A modul egyenest, illetve parabolát tud illeszteni a súlyozatlan legkisebb négyzetek módszerével. Az utóbbinak elsősorban a sorosan kapcsolt oszlopok alkalmazása esetén van jelentősége. A program „menüjéből” az alábbi illesztések közül választhatunk:

- a) I vs. θ illesztés (egyenes és parabola);
- b) I vs. p illesztés (egyenes és parabola);
- c) k vs. θ illesztés (egyenes és parabola);
- d) $\lg k$ vs. $1/T$ illesztés (egyenes);
- e) k vs. p illesztés (egyenes és parabola);
- f) w_h/t_M vs. θ illesztés (egyenes és parabola);
- g) w_h/t_M vs. p illesztés (egyenes és parabola);
- h) SN vs. θ illesztés (egyenes és parabola);
- i) SN vs. p illesztés (egyenes és parabola),

ahol a I a retenciós index, k a retenciós faktor, w_h a kromatográfias csúcs félmagasságban vett szélessége, t_M a holtidő, SN az elválasztási szám, θ a hőmérséklet °C-ban, T az abszolút hőmérséklet és p a nyomás (belépő, illetve csatlakozási nyomás).

4.5.5. Modul retenciós adatbázis létrehozására

Adott kromatográfias rendszer esetén az egyes vegyületekhez tartozó polinomparaméterek képezik az adatbázist, ami a számítógépen adatbázisfájl formájában jelenik meg. Természetesen külön-külön adatbázisfájlt képeznek az I vs. θ , k vs. θ stb. összefüggések paraméterei. A modul lehetővé teszi azt is, hogy az adatbázisfájlokban tárolt adatok alapján tetszőleges hőmérséklet-, illetve nyomásintervallumban, kívánt lépésközzel készítsünk retenciósindex-, illetve retenciósfaktor-táblázatokat.

4.5.6. Modul az elválasztás optimalizálására

Az optimalizálás kezdő lépése az adatbázisban szereplő vegyületek közül azok kiválasztása, amelyek az optimalizálásban részt vesznek (komponensmátrix meghatározása). Az optimalizálás célja lehet például az, hogy a mátrix valamennyi komponense a lehető legjobban elváljon egymástól, de cél lehet az is, hogy az elválasztás csak néhány „kulskomponensre” valósuljon meg. Az optimalizáláshoz az alábbi kritériumok közül választhatunk:

- a) Az optimális hőmérsékleten, illetve nyomáson a legkisebb retenciósindex-különbség a legnagyobb legyen.
- b) Az optimális hőmérsékleten, illetve nyomáson a legkisebb csúcsefelbontás a legnagyobb legyen. A csúcsefelbontás kiszámítására három lehetőség közül választhatunk. Így alkal-

mazhatunk rögzített tényérszámot, holtidőre normált félértékszélességet (w_H/t_M), vagy elválasztási számot (SN):

$$R_s = \frac{\sqrt{N}}{2} \frac{k_n - k_m}{k_n + k_m + 2} \quad \{4-1\}$$

$$R_s = 1,177 \frac{k_n - k_m}{\frac{w_{h,n}}{t_M} + \frac{w_{h,m}}{t_M}}, \quad \{4-2\}$$

$$R_s = 1,177 (SN - 1) \frac{I_n - I_m}{100}, \quad \{4-3\}$$

ahol R_s az m és az n egymáshoz közel eluálódó két komponens csúcsfelbontása, k_m és k_n a két komponens retenciós faktora ($k_n \geq k_m$), I_m és I_n a két komponens retenciós indexe ($I_n \geq I_m$), N az elméleti tényérszám, $w_{h,m}$ és $w_{h,n}$ a két komponens csúcsának félértékszélessége, t_M a holtidő és SN az elválasztási szám.

Az optimalizálás úgy történik, hogy a kiválasztott hőmérséklet-, illetve nyomásintervallumban a megadott lépésköznek megfelelő hőmérsékleteken, illetve nyomásoknál a program kiszámítja minden egyes szomszédos csúcspárra az indexkülönbséget, illetve a csúcsfelbontást. Minden egyes hőmérsékletnél, illetve nyomásnál a legkisebb indexkülönbség, illetve csúcsfelbontás „feljegyzésre” kerül. A legjobb elválasztás azon a hőmérsékleten, illetve nyomáson érhető el, amelynél a „feljegyzett” indexkülönbség, illetve csúcsfelbontás a legnagyobb. A program eredményként a „legjobb” 10 megoldást adja meg. A helyes lépésköz megválasztásához a hőmérséklet-, illetve a nyomás adott készüléken való beállíthatósága, illetve leolvashatósága adhat támpontot. Így például ha a hőmérséklet csak egész fokként változtatható, akkor a lépésköznek érdemes 1 °C-ot választani.

4.5.7. Modul a komponensazonosítás elvégzésére

Az *on-line* módon hangolható tandemrendszerek lehetővé teszik, hogy az „ismeretlen” összetételű mintát elvileg tetszőleges sok különböző polaritású rendszeren kromatografáljuk, ami egyben azt is jelenti, hogy lehetőség van arra, hogy a tandemrendszer polaritását tetszőlegesen kis mértékben változtassuk meg. Ha a vizsgálandó mintánkról olyan kromatogramsorozatot készítünk, amelynek egyes tagjai között a polaritáskülönbség kellően kicsi, akkor a csúcsok elmozdulásának követése, a csúcsok egymáshoz rendelése még viszonylag nagy csúcssűrűség esetén sem okoz nehézséget. Ugyanakkor több polaritásváltoztatási lépés eredőjeként már annyira eltérő polaritáshoz juthatunk, amely már megfelelő keresztazonosítást biztosít, de az apró polaritáslépéseknek köszönhetően a csúcsok továbbra is egymáshoz rendelhetők. Egy komponens (csúcsot) akkor tekinthetünk azonosítottnak, ha az adatbázisban egy és csak egy olyan vegyület szerepel, amelynek retenciós indexe a célszerűen kiválasztott polaritásintervallum minden egyes pontjában hibán belül megegyezik a kérdéses komponens retenciós indexével.

Az újszerű komponensazonosításban a számítógépes program oly módon nyújt segítséget, hogy az egyes tandempolaritásokhoz tartozó kromatogramok csúcsaihoz az adatbázis alapján vegyületeket rendel. Az eljárás lényege, hogy adott polaritásnál minden csúcs retenciós indexe összehasonlításra kerül az adatbázisban szereplő vegyületek retenciós indexével (pontosabban az adatbázis adatai alapján az adott tandempolaritásra kalkulált adatokkal). Az egyes csúcsokhoz rendelve mindazon vegyületek „feljegyzésre” kerülnek, amelyeknél az indexeltérés kisebb a számítások megkezdése előtt megadott küszöbértéknél. Miután az összehasonlítás valamennyi alkalmazott tandempolaritásnál megtörténik, az eredmények ún. *konfirmációs listában* kerülnek összesítésre. Ez az adatbázisban előforduló vegyületekhez tartozó „találatokat” tartalmazza, vagyis azt, hogy adott vegyületet melyik polaritásnál, melyik csúcsban vélte felfedezni a program. A *konfirmációs lista* alapján vonhatók le a minta összetételére vonatkozó végső következtetések, figyelembe véve a mintával kapcsolatos háttérinformációkat is.