

JÓZSEF ATTILA TUDOMÁNYEGYETEM

Pápa Aladár

A földgáz szerepe
a hazai petrokémiai nyersanyagbázis kiszélesítésében

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

S Z E G E D

1984

Bevezetés

A népgazdaság energiaellátásának külső- és belső feltételei az utóbbi években jelentősen megváltoztak.

1973-1980 között a világpiacon bekövetkezett kétszeri energia árrobbanás súlyosan érintette a magyar népgazdaságot, hiszen alapvetően energiahordozókban szegény ország vagyunk, a felhasznált energia 50 %-a importból származik.

A magyar energiagazdálkodás jelenlegi helyzete és az ennek alapján kialakítható energiapolitika nem érthető meg az elmúlt 20 év történetének áttekintése nélkül.

A magyar energia- és nyersanyag gazdálkodást az elmúlt két évtized világgazdasági környezetében lényegében három szakaszra lehet bontani. Az első szakasz körülbelül az első nyersanyag árrobbanásig, vagyis az 1970-es évek elejéig tartott.

Az olaj árrobbanással a hetvenes évek elején megindult egy világméretű átrendeződés, mely egyirányú és megfordíthatatlannak tűnő korszakos jelenséggé vált.

A nyersanyag, ezen belül az energiaellátás, a világ gazdasági fejlődésének el nem hanyagolható, sőt meghatározó tényezője lett. Erre a kihívásra minden országnak saját adottságai szerint kellett választ adnia.

A második szakasz az 1973-1978 közötti időszakra esett. Ezt az öt évet a magyar energia- és nyersanyagpolitika azon kritikus magatartása jellemezte, hogy Magyarország növekedési üteme mind az energiaigényesség tekintetében, mind az



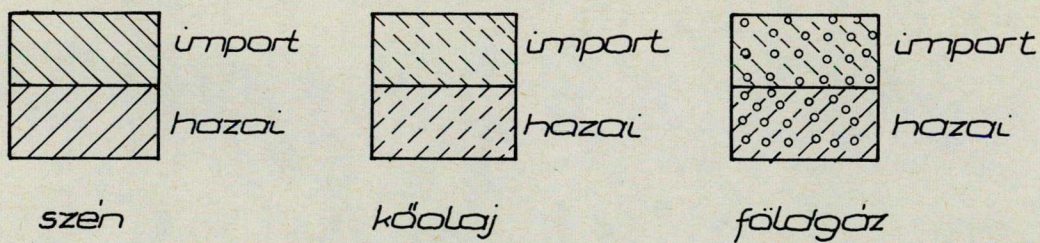
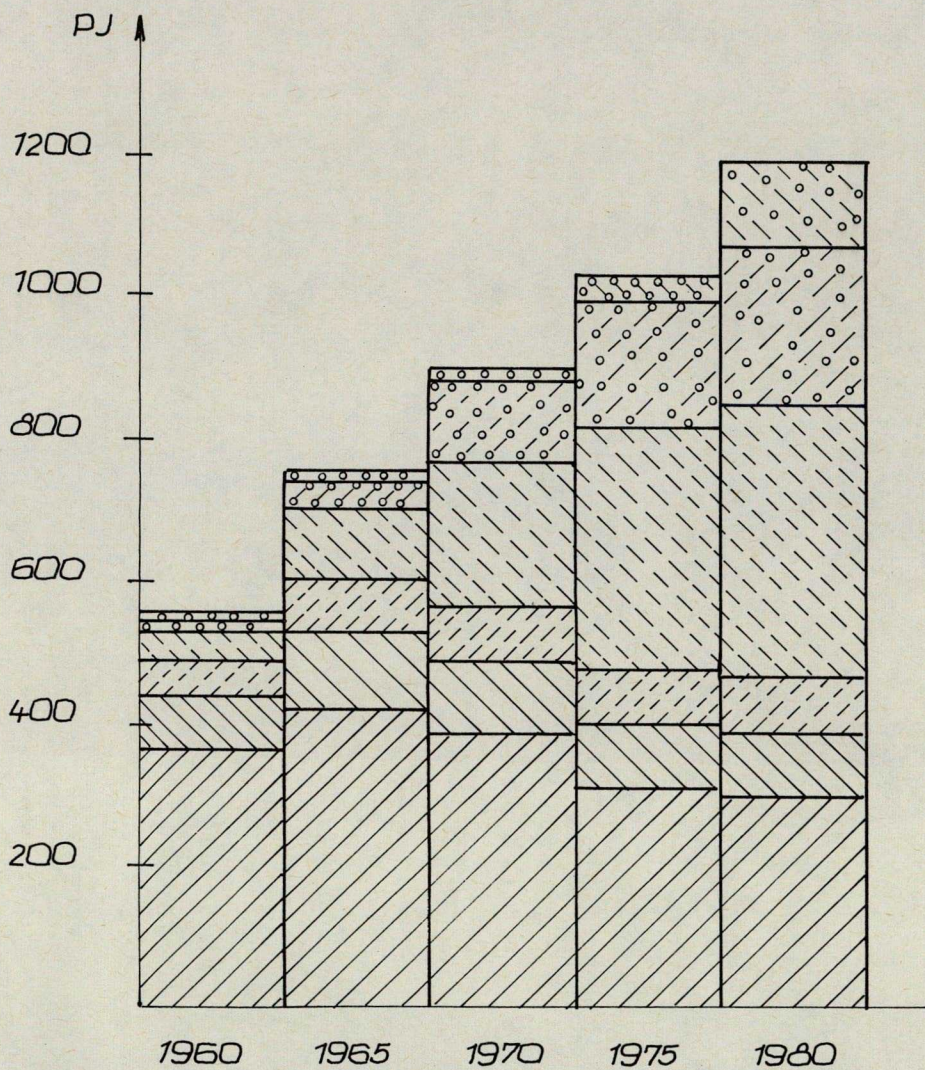
egy főre eső energiafelhasználásban meghaladta még a fejlett tőkés országokét is /pl. Japán, NSZK/ /1/.

A megnövekedett energiaigények kielégítését csak növekvő mértékű importtal lehetett biztosítani.

Az 1. ábrán illusztrált forrásoldali történet /2/ és annak markáns jellege is mutatja, hogy sürgős intézkedésekre volt szükség. Új energia- és nyersanyag politikai stratégiát kellett kialakítani. Ezt a célt szolgálják az 1978-ban hozott párthatározat, majd a Minisztertanács VI. ötéves tervi energiagazdálkodási programja és az azt követő Gazdasági Bizottsági határozatok.

Energia- és nyersanyagpolitikai stratégiánk alapvető célja az, hogy a 60-as évek óta tartó fokozott importra utaltság a hazai erőforrások intenzívebb igénybevételével csökkenjen. Gazdaságunknak lényegesen rugalmasabban kell alkalmazkodnia a változó külső- és belső feltételekhez, úgynevezett kombinatív energiapolitikai stratégiát kell kialakítani. Az egyes energiatípusokat nem versenyeztetni kell egymással, hanem egymást kiegészítve kell alkalmazni azokat.

Az ún. kombinatív energiapolitikai stratégiának az a lényege, hogy a kőolaj esetében növelni kell a kőolaj feldolgozottsági fokát, s ezzel távlatban csökken az a kőolajhányad, amely csak erőműben tüzelhető el, a földgáz esetében pedig első lépésben földgázzal kell kiváltani az ener-



1.sz. ábra A főbb energiahordozók részarányának változása a hazai felhasználásban

getikai felhasználású folyékony szénhidrogéneket majd a következő lépésben szénnel kell az energetikai /tüzelési/ folyamatokban a szükségleteknek a mainál jóval nagyobb hányadát fedezni /3/.

A második lépcsőben felszabaduló földgáz hasznosítása két irányban történhet.

Elsősorban a kriogén technológia bevezetésével a földgáz etántartalmának kinyerése jelenti a fő fejlesztési lehetőséget, amelyből egy egész sor termékcsalád alakítható ki. A metándús földgázból a metanol üzemi előállítás is célul tűzhető ki.

A felhasználás során mindenképpen fokozni kell a magasabb feldolgozottságú termékeknek az igényes fogyasztókhoz való eljuttatását, mert amikor használati egyenérték-számítás alapján meghatározásra kerül, hogy hol célszerű a hazai és az import földgázt felhasználni, akkor a legjobb hatékonyság a kommunális és lakossági szektorban, a legrosszabb pedig a villamoserőműben történő eltüzelésnél valósul meg.

A magyar energiapolitikai stratégia vezérelvei tehát a következők /2/:

- a népgazdaság termelő- és nem termelő folyamatainak fenn-tartása minél kisebb energiaráfordítással, azaz takarékosság mind az energiahordozókkal, mind az energetikai beruházásokkal,

- igazodás a világpiaci feltételekhez, tehát az import, mindenek előtt a konvertibilis devizát igénylő energiaimport és ezen belül különösen a kőolajtermék behozatal radikális korlátozása és ezzel párhuzamosan a hazai energia-források fokozott kiaknázása, hasznosítása,
- a szénhidrogének fenntartása a leghatékonyabb felhasználási célokra,
- szén, hasadóanyag, vízienergia, geotermikus energia, hulladékenergia fokozott kiaknázása, hasznosítása.

Ez az energiapolitikai stratégia a hazai szénhidrogén bányászattól a 2 millió t/év kőolajtermelés és a 6,5 - 7,0 milliárd m³/év földgáztermelés szintentartását várja el.

A szénhidrogén kutatás és termelés területén figyelembe kell venni azt a tényt, hogy az idő függvényében óhatatlanul egyre nagyobb mélységű területek kerülnek bekapcsolásra. A nagyobb mélységnél a kőolaj - földgáz arány feltétlenül a földgáz javára és a kőolaj rovására tolódik el. Viszont a kőolajtelepek művelése terén azok a másod- és harmadlagos művelési eljárások, amelyek nemzetközi mércével mérve is rendkívül magas szellemi tőkének minősülnek szénhidrogén bányászatunkban /vizbesajtolás, vegyszeres adagolás, viz- és szénhidrogén besajtolás, termikus művelési módszerek, stb./ mindenképpen a kőolaj kihozatal javítása irányába hatnak /4/.

Ezek együttes hatásaként a hazai kőolaj- és földgáztermelés szintentartásával lehet számolni.

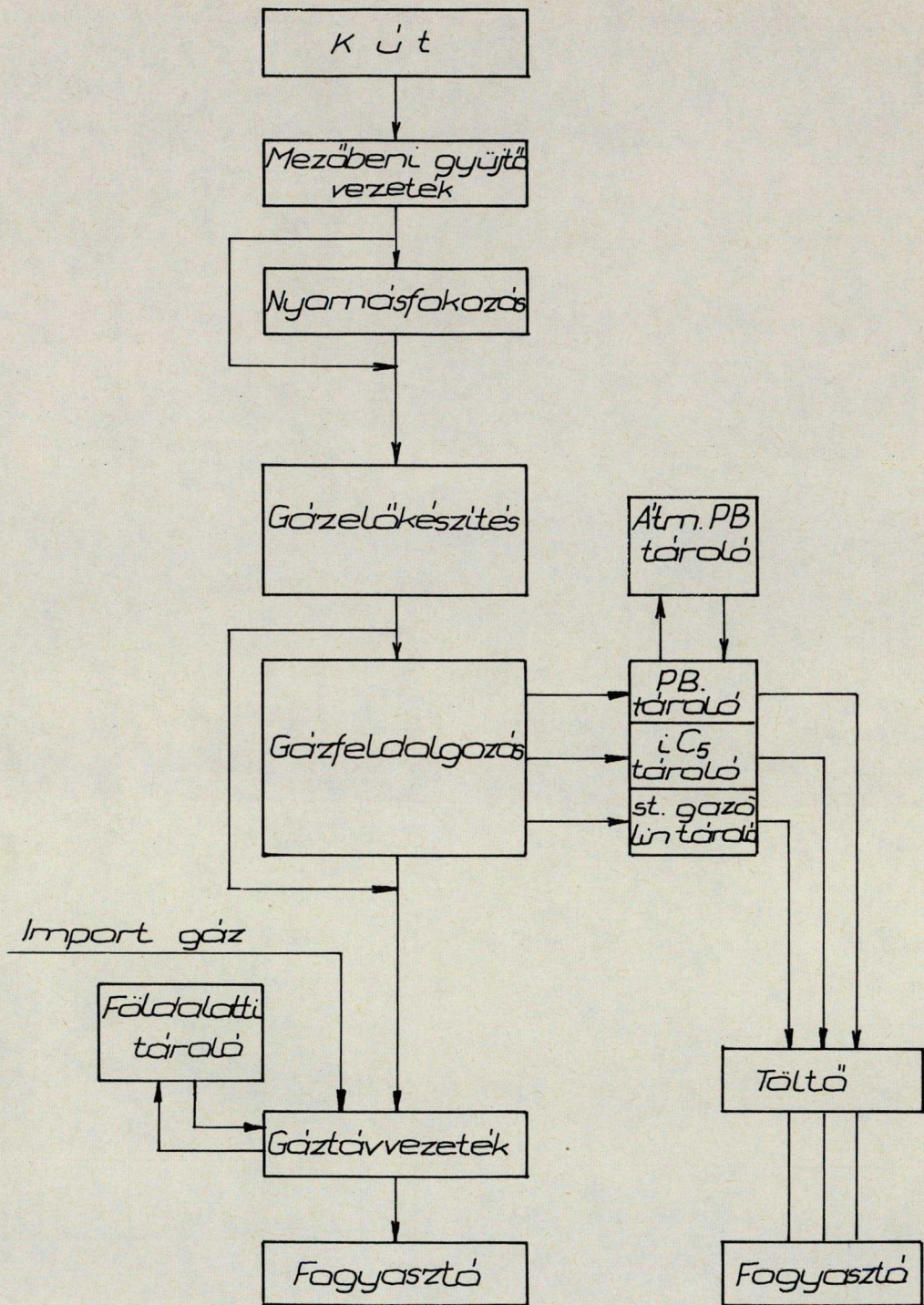
1. Magyarország földgáztermelési vertikumának jelenlegi helyzete és a továbbfejlesztés lehetőségei

Magyarország területének 85 %-a a szénhidrogénkutatás szempontjából perspektivikus és a korábbi kutatások eredményeként 126 Gm^3 az ország földgázkészlete. Ebből 94 Gm^3 70 %-nál nagyobb éghető tartalommal, 14 Gm^3 60-70 %, 18 Gm^3 30 %-nál kisebb éghető tartalommal rendelkezik /5/. A jól éghető földgázkészletek mintegy fele olajjal összefüggő sapkagáz vagy kísérőgáz.

A földgáztermelés hazai vertikumát a 2. ábra egyszerűsített blokksémája mutatja be.

1.1. Gáztermelő- és gyűjtőrendszer

A földgáz termelése a telepekből az erre a célra kiképzett kutakból történik. A kúthozamok $200-700 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{d}$ érték között változnak. A kútkiképzéseket és a biztonsági rendszereket a tárolóréteg és a termelt szénhidrogén tulajdonságai, a kutak közelében lévő mütárgyak jellege határozza meg. A kutat úgy kell kiképezni, hogy utólagos kútmunkálatoknál a rétegtartalom ne tudjon a kútba áramolni. Ez a pakkerral beépített akasztó közdarabba ültetett záródugóval vagy pillangószeleppel érhető el. Csak gáztömör zárású folyamatos belső szelvényt biztosító termelőcső építhető be. A biztonsági tolózarat a karácsonyfa részeként a kútfejhez kell csatlakoztatni /6/.



2.sz. ábra A földgáztermelés hazai vertikuma

A kutak gáza általában külön termelő vezetéken jut a területi gyűjtőállomásokra. A termelő vezetékek NA 100, ill. NA 80 méretűek, tervezési nyomásuk - többségében - a kutak statikus kútfejnyomása /170 - 180 bar/. A kútbekötő vezetékek tisztítását speciális szerszámokkal végzik. A tisztító szerszámok bejuttatására energiatakarékos, biztonságos üzemvitelű, speciális szerkezet szolgál /7/.

A területi gyűjtőállomások helyét, kútszámkapacitását és gázkapacitását a kúthálózat és a kúthozamok határozzák meg. Egy-egy gyűjtőállomás 4 - 12 db gázkút, illetve $2 - 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ gáz gyűjtését teszi lehetővé.

A gyűjtőállomások két alapvető feladatot látnak el:

- a kúthozamok beállítása csoportos fúvókával,
- a kutak egyedi, időszakos hozamvizsgálata.

A kútmérési adatok /gázmenyiség, viz, kondenzátum/, valamint a gyűjtőállomások jellemző paraméterei adatközlő rendszeren keresztül az üzemi központba jutnak.

Az egyszerű technológiai, az automatika és az adatközlő rendszer lehetővé teszi, hogy a gyűjtőállomásokon ne tartózkodjon állandó kezelőszemélyzet, elegendő az időszakos ellenőrzés biztosítása.

A gyűjtőállomások anyagáramai /gáz, kondenzátum és viz/ vagy külön vezetéken, vagy egy közös gerinc vezetéken jutnak a gázelőkészítő egységekbe.

A vezetékek védelme csőtörésbiztosítónak nevezett, de valójában alsó- és felső nyomásérték elérésekor egyaránt

záró, automatikus tolózárakkal van megoldva.

Külön kell megemlíteni a berendezések korrózió elleni védelmét. A hatékonyság, a technikai kivitelezhetőség és az üzemvitel szempontjából egyaránt a kvázifolyamatos adagolású inhibitoros korrózió elleni védelem bizonyult optimálisnak.

Az inhibitor adagolás leggyakrabban alkalmazott módszere az, amikor az inhibitort a termelővezetékekkel együtt kiépített, kis átmérőjű csővezetékrendszeren keresztül a gyűjtőállomásokra telepített központi inhibitoradagoló berendezéssel juttatják a kutakhoz. Ez a megoldás biztosítja a teljes gyűjtőrendszer korrózió elleni védelmét.

1.2. Nyomásfokozó kompresszortelepek

A szabadgáztelepek művelésének kezdeti szakaszában a magas rétegnyomásokból adódóan a termelt gáz nyomásfokozás nélkül gyűjthető, előkészíthető és távvezetésekre adható. A művelés előrehaladtával a rétegenergia általában fokozatosan csökken, így egy idő után a szabadgázokat folyamatosan változó szivóoldali nyomás mellett komprimálni kell.

Kezdettől fogva komprimálni kell viszont az alacsony nyomásszinten jelentkező olajkiszűrő- és technológiai hulladékgázokat. Kompresszorozási feladatként jelentkezik még a segédgázos olajtermeléshez szükséges magas nyomású gáz biztosítása.



A gázok komprimálása négy fokozatban történik:

- 1. fokozat: 1,2 - 4,8 bar,
- 2. fokozat: 4,5 - 18 bar,
- 3. fokozat: 16 - 64 bar,
- 4. fokozat: 50 - 120 bar.

A fentiekből következik, hogy egy-egy szénhidrogén mezőben a komprimálási igények a termelési idő előrehaladtával növekednek, melyet az alábbi példa is illusztrál:

- 1983-ban a szegedi szénhidrogén mezőben átlagosan $140 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{h}$ gáz került komprimálásra,
- 1985-től meg kell kezdeni a szabadgázok nyomásfokozását is, melynek következtében a komprimálási igény 5-6 év múlva több, mint háromszorosára növekszik.

1.3. Földgázélezőkészítő eljárások

A földgázélezőkészítő eljárások a gáz viz-, és szénhidrogén harmatpontjának csökkentését célozzák a gázfázisban történő biztonságos szállíthatóság és felhasználás érdekében.

A hazai gyakorlatban a hidegszeperációs kondenzációs technológiai módszerek a leggyakrabban alkalmazott eljárások. Magyarországon több mint húsz ilyen berendezés üzemel. Működési elvük a gáz nyomásenergiájának a felhasználásával, vagy külső energia bevitelével történő hűtés és az azt követő szeperálás.

A cél az egyensúlyi kondenzáció megvalósítása és a kiváló folyadék megfelelő lépcsőkben történő, jó hatásfokú leválasztása.

A technológiai folyamat több pontján hidrátképződést gátló inhibitor adagolása szükséges.

Egyszerű és kis költségigényű technológiai módozataival a körülményektől függően általában 0 és -20 °C közötti harmatpont érhető el.

A hazai földgáztermelésben a tendenciákat a tipizált, portábilis hidegszeparációs földgázelőkészítő technológiai berendezéssor megjelenése, az örvényszeparációs technológiai eljárás bevezetése és az örvényinjektor alkalmazása tükrözi. Külön figyelmet érdemel a hidegszeparációs kondenzációs eljárásnál a célkomponensek /propán, bután, stabilgazolin/ kinyerésének növelésére bevezetett gazolin recirkulációs technológiai módszer /8/. Fejlesztés alatt áll a kis gázmezők egyszerű kezelőberendezéseinek kialakítása, helyi cél-fogyasztók gázellátására.

A földgázelőkészítés egyéb eljárásai közé tartoznak az inert, savanyú gázkomponenseket eltávolító módszerek.

Külön említést érdemel a széndioxid és nitrogén tartalmú földgázok termelése és felhasználása. Ez esetben döntően gazdaságossági kérdés az inerttartalmú szénhidrogén előfordulás hasznosításának módja, amely a szénhidrogén tartalom növelésével, azaz dúsítással, vagy eredeti összetételben célfogyasztói felhasználással valósítható meg.

A nagy inerttartalmú gázok hasznosítása hazánkban különösen fontos feladat, mert jelentős a széndioxidos földgázkészletünk. A hazai földgázok széndioxid tartalma néhány tized százaléktól 94 %-ig terjed. A földgázokban lévő szénhidrogének és a széndioxid külön-külön értékesek, elegyedve viszont hasznosíthatóságukat kölcsönösen zavarják.

A hazai gyakorlatban először az Orosházi Üveggyár gázellátására lett kialakítva olyan célfogyasztói rendszer, amely a Kardoskút térségében kitermelt, nagy CO_2 tartalmú olajkiszérő gázok felhasználását biztosítja.

Tovább bővült a közvetlen felhasználás lehetősége 1983-tól kezdődően, amikor termelésbe állításra kerültek az ugynevezett középalföldi alacsony fűtőértékű földgáztelepek. Az itt termelt, $16,7 \text{ MJ/m}^3$ átlagos fűtőértékű földgázt célvezetéken a Tiszai Hőerőmű használja fel.

A VII. ötéves terv során és az azt követő időszakban újabb, nagy CO_2 tartalmú gáztelepek termelésbeállítására van tervezve, melyek hasznosítása már csak a szénhidrogéntartalom dúsításával látszik biztosíthatónak. Az ehhez szükséges berendezések hazai kifejlesztése folyamatban van /9/.

Jelentős, majdnem tiszta CO_2 készletek is rendelkezésre állnak. Ezek élelmiszeripari felhasználásához szükséges a néhány százalék szénhidrogéntartalom eltávolítása. Eddig a Mihályiban és Répcelakon található készleteink hasznosítása folyik, ahol a széndioxidot abszorpciós eljárással tisztítják meg a szennyező szénhidrogén komponensektől és csepp-

folyós állapotban, illetve szilárd jég formájában hozzák forgalomba.

A tiszta CO₂-s gázok felhasználására sikeres pilot kísérletek után a magnezitiparban is sor kerülhet.

Az utóbbi években jó minőségű földgázainkban egyre több területen és egyre növekvő mértékben jelenik meg a kénhidrogén, melynek jelenléte már 20 mg/m³ érték felett mind korróziós, mind terméktisztasági szempontból káros és zavaró, ezért gondoskodni kell a gázok tisztításáról. Az első H₂S-mentesítő üzem létesítésére a VII. ötéves tervben Algyő térségében kerül sor /10/.

1.4. Földgázfeldolgozási eljárások

A földgázfeldolgozási eljárásokkal a földgázból több, értékes szénhidrogénkomponens nyerhető ki. Az első lépcsőben a földgázból a propán és az ennél nehezebb szénhidrogénkomponenseket részben vagy teljes egészében kinyerik, majd ezt desztillációs eljárással tiszta komponensekre frakcionálják.

A hazai gyakorlatban a földgáz feldolgozása hideg mosóolajos abszorpciós eljárással történik. A hideg mosóolajos abszorpciós eljárás alapján működő első hazai gázfeldolgozó üzem 1968-ban lépett üzembe Hajdúszoboszlón. Az üzemet a francia Petrolchimie cég szállította. Ezt követően, az 1970-es évek második felében két szovjet szállítású gázfeldolgozó üzem létesült Algyőn.

A 70-es évektől a fejlett gáziparral rendelkező országokban szinte robbanásszerűen megjelentek és ma már vezető helyre léptek elő a mélyhűtéses, kondenzációs kriogén eljárások /70 - 90 % C₂ és 95 % C₃ jellemző kinyerési hatásfokkal/. Ez utóbbi módszerek szélesebb termékválasztékkal, jobb kinyerési hatásfokukkal és gazdaságosságukkal jutottak a felhasználók érdeklődésének előterébe. Az eljárás fontos jellemzője még, hogy nagyobb rugalmasságot és fejleszthetőséget nyújt a termelőnek.

Az eljárással ma már szélső esetben a földgáz teljes cseppfolyósítását is elvégzik, megteremtve ezzel a cseppfolyós földgáz /LNG/ tárolásának és szállításának új lehetőségét. Jelenleg folyik hasonló üzemek hazai telepítésének vizsgálata, elsősorban etánkinyerés céljából /11/.

1.5. Terméktárolás

A gázfeldolgozás eredményeként kapott cseppfolyós termékek egy része, a különböző minőségű stabilgazolinok környezeti hőmérsékleten atmoszférikus nyomáson tárolhatók. A propánt, butánt és izopentánt nyomás alatt célszerű tárolni. E célból a gázfeldolgozó üzemekhez kapcsolódóan 250 és 400 m³ térfogatú gömbtartályokból álló cseppfolyós gáztárolók kerültek kialakításra. Maximális üzemi nyomásukat a termékek környezeti hőmérséklet melletti gőznyomása határozza meg, amely jelen esetben 6, 16 és 19 bar.

A tartályok kapcsolata a gázfeldolgozó üzemekkel és egymással úgy van kialakítva, hogy egyidőben lehetőség van a termékek fogadására, a propán és bután keverésére, a termékek egyik tartályból a másikba való áttárolására és a vagon-töltő felé való továbbításra.

1984-ben került üzembehelyezésre a szegedi gázfeldolgozó üzem tartályparkjához szervesen kapcsolódó 30000 m³-es propán-bután tároló, amely közel atmoszférikus nyomáson és -33 °C hőmérsékleten üzemel.

A nyomásalatti tárolópark a tiszta termékek elkülönített tárolására, valamint a termelés és szállítás közötti ingadozások, az atmoszférikus propán-bután tároló pedig a termelés és a felhasználás közötti szezonális ingadozások kiegyenlítésére szolgál.

1.6. Távvezetéki szállítás, földalatti gáztároló

Jelenleg a megközelítően 3500 km hosszú országos gáztávvezeték hálózaton keresztül $10 \cdot 10^9$ m³ földgáz kerül forgalmazásra évente. A távvezetékrendszerhez jelenleg 150 - 160 gázátadó állomás csatlakozik. Az országos rendszer hurkolt kiépítettségű. A gáztávvezeték rendszer kapcsolatban van a csehszlovák, a szovjet és a jugoszláv gáztávvezeték rendszerekkel. A Szovjetunióból Jugoszlávia felé irányuló földgázzállítást is a hazai rendszer biztosítja tranzit formájában. A tranzitált gázmennyiség 1985-ben várhatóan $2,5 \cdot 10^9$ m³ lesz.

A VI. ötéves tervidőszak végére a távvezetékhalózat bővítése lehetővé teszi, hogy további 120-130 ezer lakás kapcsolódjon be a vezetékes gázszolgáltatásba. Így 1985-re az ország 3850 ezer lakásából 1020 - 1040 ezerben, tehát 27 %-ában lesz vezetékes gázellátás.

A napszakon belül előforduló gázfogyasztói csúcsigényeket a távvezetékhalózat rugalmas tartalékából elégítik ki, amely a napi forgalomból mintegy 20 %-ra becsülhető.

A megnövekedett szezonális /téli/ csúcsigények kielégítése a 70-es évektől kezdve szükségessé tette, hogy kimerült földgáztelepekben földalatti gáztárolók létesüljenek. A Hajdúszoboszlón létesített $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$, a kardoskuti $1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ és a pusztaedericsi $1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ kapacitású földalatti gáztárolók nélkül elképzelhetetlen lett volna kielégíteni az elmúlt évek téli gázfogyasztási csúcsigényeit. Az országos nyári $17-19 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ minimális fogyasztás a téli csúcsfogyasztás idején megduplázódik, melynek 18 %-át a földalatti gáztárolók fedezik.

A közép- és hosszútávú tervekben szerepel a földalatti gáztároló kapacitás további bővítése $15,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ kapacitással /12/.

2. A cseppfolyós gáztermékek szerepe a hazai petrokémiai nyersanyagbázis kiszélesítésében

2.1. A földgázból előállított cseppfolyós gáztermékek kinyerési hatásfokának növelése a gázfeldolgozó üzemekben

A cseppfolyós gáztermékek, elsősorban a propán és bután iránti népgazdasági és lakossági igények hazai forrásból történő kielégítése érdekében Hajdúszoboszlón egy, a Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények /SZKFL/ keretében pedig további két gázüzem létesült, amelyekben a földgázfeldolgozás korszerű mélyhütéses abszorpciós technológiával történik. A feldolgozó üzemek üzembehelyezése Hajdúszoboszlón 1968-ban, Szegeden pedig 1975-ben, illetve 1977-ben történt meg.

A próbaüzemi tapasztalatok szerint Szegeden a feldolgozásra kerülő nyers földgáz tervtől eltérő minősége miatt a tervezett technológiai kapcsolásban nem volt biztosítható a normál üzemvitel.

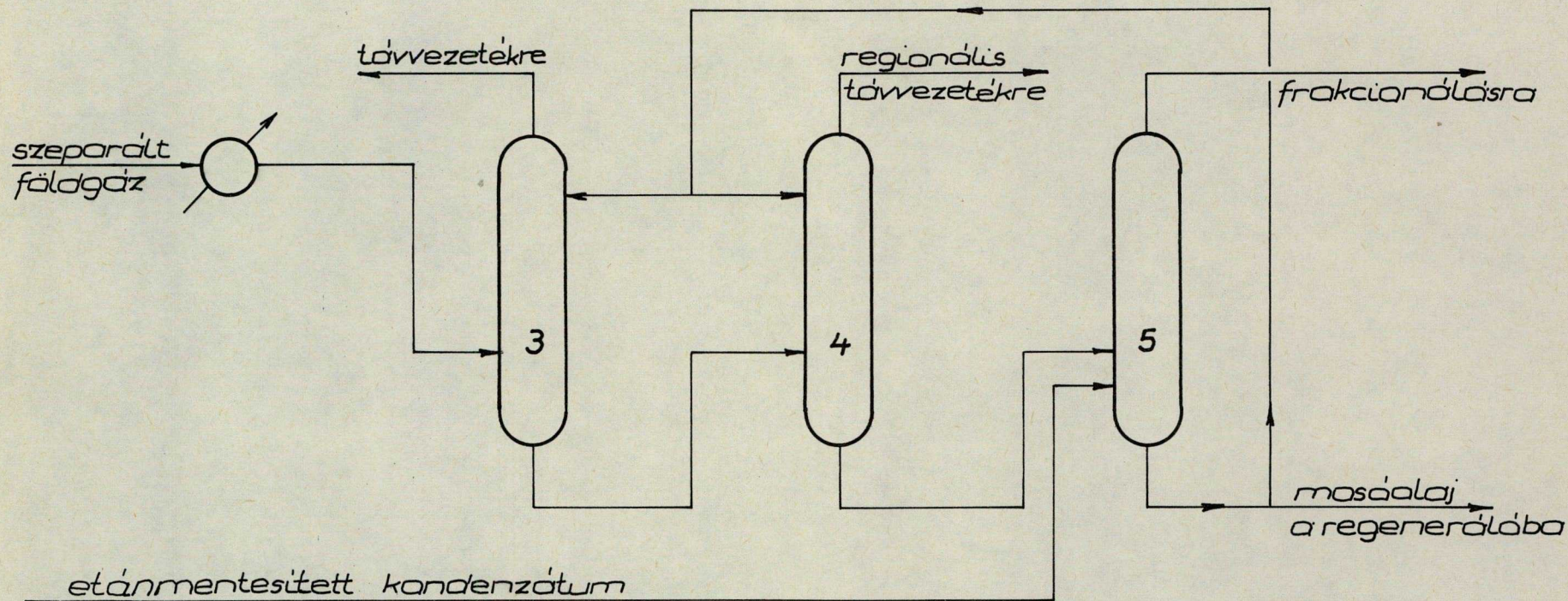
Az azóta eltelt időszakban egyre növekedett a gáztermékek iránti népgazdasági igény, ami a kihozatal növelésére ösztönzött. Ezzel együtt egyre nagyobb jelentőségű feladattá vált az előállított gáztermékek választékának növelése.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a tényt sem, hogy a mélyhütéses abszorpciós technológiai jellemző sajátossága az energiaigényesség, amelynek csökkentése szintén aktuális feladat.

A gázfeldolgozó üzemek elvi működését a 3. ábra mutatja be. A mezőből érkező anyagáramot a gázelőkészítő üzemen először 100 bar nyomáson, érkezési hőmérsékleten szeparálják, majd a távvezetéki indító nyomás szintjéig 50 - 60 bar-ra expandáltatják.

A második szeparálás -5°C -on történik. Az anyagáramnak a szeparálási hőfokra való lehülését részben az expanszió, részben ammóniás hűtőkör biztosítja. A szeparált földgázt a gázfeldolgozó üzemen tovább hűtik -23°C -ra és az abszorberbe vezetik. Az abszorber felső tányérjára ugyancsak -23°C -ra hűtött, előtelített mosóolajat adnak. A mosóolajat az abszorber fejtárával előtelítik. Az abszorber aljáról távozó telített mosóolajat etánmentesítés után a deszorberbe adják be. Szintén ide vezetik etánmentesítés után a gázelőkészítő üzem szeparátoraiban leváló nyers kondenzátumot. A deszorber fejtermék etánmentesített nyers gazolin, amelyet a frakcionálás során propánra, butánra, izopentánra és satabilgazolinra választanak szét. A deszorber fenékterméke a sovány mosóolaj. Az anyagárammal bejutó nehéz komponensek eltávolítására és a mosóolaj elnehezedésének megakadályozása céljából a keringetett mosóolaj bizonyos hányadát regenerálóba vezetik.

Az intenzifikálási lehetőségek feltárása érdekében a szegedi gázfeldolgozó üzemeket mennyiségi és minőségi vizsgálatnak vetették alá a tervezett kapcsolásban és a tervezett paraméterek mellett.



- 3 - abszorber
- 4 - etánmentesítő
- 5 - deszorber

3. sz. ábra Hideg másodlagos gázfeldolgozó üzem elvi technológiai kapcsolása

A mosóolaj tulajdonságai és a propánkinyerési hatások közötti összefüggéseket vizsgálva megállapítást nyert, hogy az optimálisnak mondható $0,34 \text{ l/m}^3$ mosóolaj - gáz arány mellett a mosóolaj átlagos moláris tömegének csökkentése kedvezően hat a propánkinyerési hatásokra /13/. Azonban az is bizonyítást nyert, hogy részleges regenerálással nem lehet a mosóolaj moláris tömegét 135 alá csökkenteni.

Különösen a 2. gázfeldolgozó üzem beüzemelése után, annak teljes leterhelése érdekében szükségessé vált a deszki szintből termelt, nagy paraffintartalmú anyagáramok bevonása a gázfeldolgozási folyamatba. A deszki gázt is tartalmazó anyagáramok feldolgozásakor azonban a mosóolajrendszer hideg üzemi szakaszain dugulások keletkeztek, amelyeket a paraffin kiválása okozott. Megállapítást nyert, hogy a kondenzátumból bekerült paraffintartalom miatt a mosóolaj zavarosodási pontja $-13 \text{ }^\circ\text{C}$, ami jelentősen meghaladja az üzemek $-23 \text{ }^\circ\text{C}$ aktuális hűtési hőmérsékletét. A zavarosodási hőmérséklet elérésekor a további kristályosodás centrumait képező parafinszemcsék váltak ki. Kimutatható volt, hogy dermedést gátló adalékok /depresszátorok/ alkalmazása sem akadályozza meg a szilárd paraffin kiválást /14/.

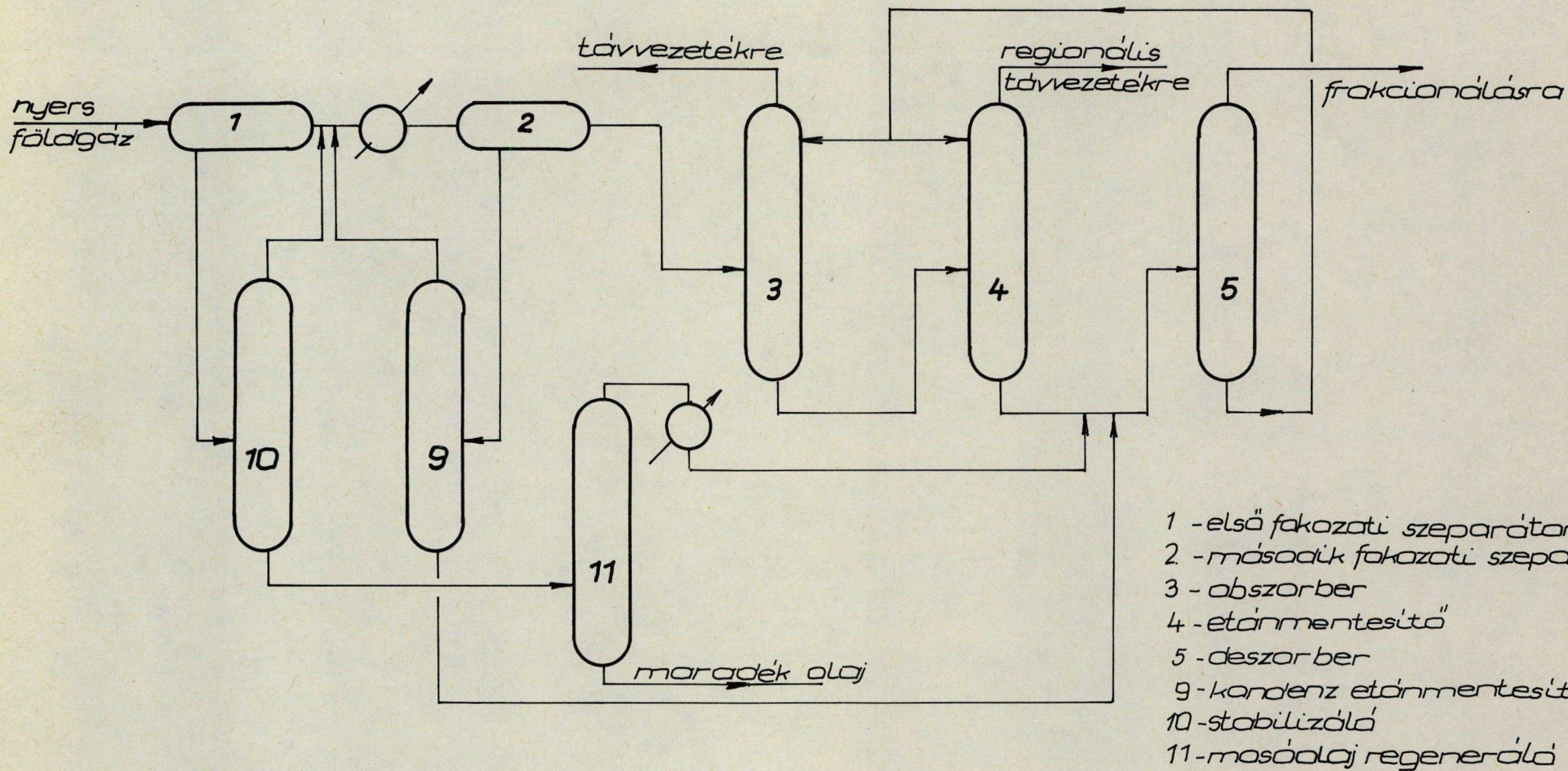
A mosóolaj moláris tömegének csökkentése és az üzem működését kedvezőtlenül befolyásoló paraffinkiválás megakadályozása érdekében vizsgálatra került a nehéz komponensek megoszlása a nyersanyagáramokban.

A vizsgálat azt mutatta, hogy a második szeparálás során levált kondenzátumból már teljesen hiányoznak a C_{11+} komponensek. A $C_{11} - C_{26}$ közötti szénhidrogén komponensek az első szeparálás során leválasztott kondenzátumban koncentrálnak.

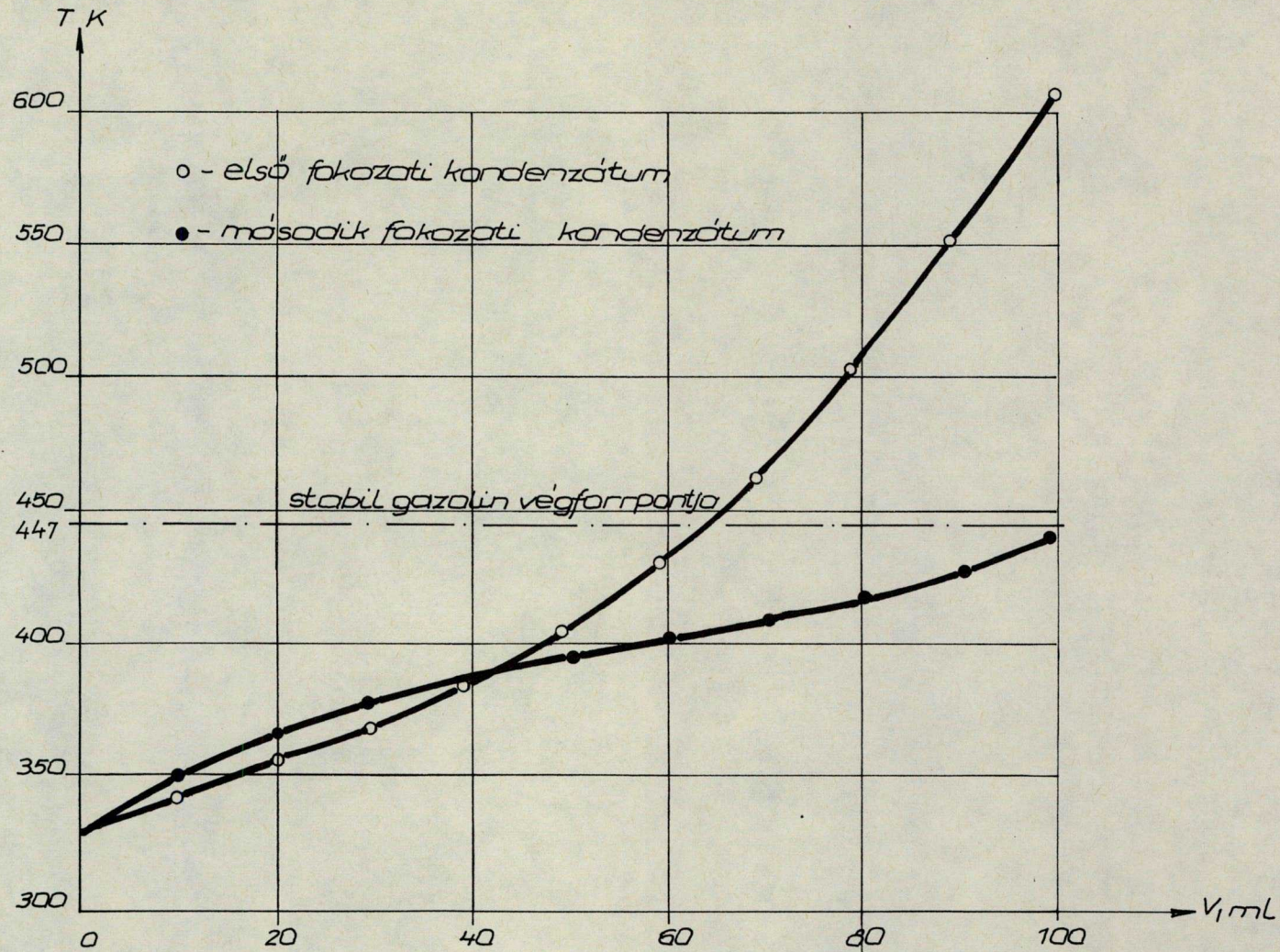
A vizsgálatok eredményeként a tervezett technológiai folyamat két helyen módosításra került. A módosított technológiai kapcsolást a 4. ábra szemlélteti.

A technológiai módosítások eredményeként az első fokozati szeparálás kondenzátuma a mosóolaj rendszertől teljesen elkülönítve kerül feldolgozásra. A paraffinos kondenzátumot a gázelőkészítő üzem úgynevezett stabilizáló tornyán és a mosóolajregenerálón két lépcsőben desztillálják. Ennek eredményeképpen a propán, bután, izopentán és a paraffinmentes gazolin tartalma céltermékként kinyerhető anélkül, hogy a nehéz szénhidrogén komponensek bejutnának az abszorpciós körbe és ott technológiai zavarokat okoznának /15/.

Az első fokozati szeparáció kondenzátumának szelektív feldolgozása esetén a mosóolajrendszerbe csak a második fokozati szeparálás kondenzátuma jut be. Miután ennek végforrpontja megfelel a könnyű, paraffinmentes stabilgazolin szabványelőírásainak /5. ábra/, lehetőség nyílik a deszorber üzemi paramétereinek megváltoztatására. A deszorberben nem szükséges a dús mosóolajból a stabilgazolint alkotó komponenseket teljesen kiforralni, csak olyan mértékig, amely biztosítja a telítetlen mosóolaj összetételének, minőségének optimális beszabályozását.



4. sz. ábra Az SzKFL gázfeldolgozó üzemének korszerűsített technológiai kapcsolása



5.sz. ábra Az első és második fokozati szeparáció kondenzátumának desztillációs görbéje

A deszorberben kiforralt komponensek részarányának csökkenése a kiforralási hőmérséklet csökkentésével érhető el. Így a deszorpció hőenergia szükséglete is csökken. Továbbá csökken a kiforralt komponensek kondenzáltatásához szükséges energiamennyiség, és miután ez a kondenzálódott szénhidrogén elegy képezi a frakcionáló üzembrész tápját, csökken a frakcionáló tornyok terhelése és ezáltal hőenergia felhasználásuk. A kiforralási hőmérséklet csökkentése a lehütendő sovány mosóolajáram hőmérsékletének csökkenését vonja maga után. Ez csökkenti a propános hűtőkör energiaigényét. Másrészt a kondenzátumok szelektív feldolgozása miatt "meleg" és "hideg" áram alakul ki és ez utóbbi a sovány mosóolaj előzetes hűtésére felhasználható, amely szintén a hűtőkör energiaigényének csökkenéséhez vezet.

A mosóolaj optimális moláris tömegének meghatározásához szükséges volt a szegedi gázfeldolgozó üzem korszerűsített technológiai folyamatának matematikai modellezése, melyet a Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézetben kidolgozott, MASTEP modellező rendszer felhasználásával végeztek el /17/. A rektifikáló oszlopok számítási moduljainak előkészítésénél a Wang-Henke módszer került alkalmazásra /18/. A visszaforralásos abszorberekre kidolgozott számítási módszerek hátrányainak kiküszöbölésére továbbfejlesztésre került a "Sum - rate" számítási módszer /19/ /20/.

A kidolgozott technológiai kapcsolás 1977-ben került bevezetésre az SZKFL gázfeldolgozó üremeiben, amelyek jelenleg is ebben a kapcsolásban működnek /21/. Az üzemeltetési tapasztalatok egyértelműen igazolták a korszerűsített technológiai kapcsolás alapvető előnyeit a tervezetthez képest:

- a propán termelés 8 %-kal nőtt,
- az üzemeltetési /energia/ költségek 25-28 %-kal csökkentek,
- lehetővé vált a szegedi paraffintartalmú földgázok, valamint külső mezőkből származó /Sarkadkeresztúr, Üllés/ kondenzátumok feldolgozása jelentős pótlólagos beruházás nélkül /22/,
- a meglévő üzemi berendezések jobb kihasználásával kedvező feltételek jöttek létre a termékválaszték korszerűsítésére, ezen belül izobután, normál bután, izopentán, normál pentán és C_{6+} frakció előállítására.

2.2. A cseppfolyós gáztermék-választék bővítési lehetőségei

Hazánk energiagazdálkodásának egyik súlyozott feladata az energiahordozó feldolgozási vertikum végtermékeinek a felhasználók rendelkezésére bocsátása oly módon, hogy a korlátozottan rendelkezésre álló energiakészlet a nemzeti jövedelem minél nagyobb ütemű emelésének biztosítása céljából hasznosuljon.

A végtermék minősége szorosan összefügg a feldolgozási és felhasználási technológiával, amely kulcsa az energiaracionalizálásnak és a fajlagos nyersanyag-, illetve energiafelhasználás csökkentésének /1/.

A gázfeldolgozási technológia korszerűsítése és annak bevezetése az SZKFL gázüzemének mindkét technológiai során lehetőséget adott a frakcionáló üzemrész leterhelésének csökkentésére.

A deszorber fejtermék összetételének módosulásával a frakcionáló tornyok technológiai paraméterei megváltoztak /1. táblázat/. A táblázat adataiból kitűnik, hogy a frakcionáló üzemrész terhelése összességében 17 %-kal, ezen belül az izopentán torony terhelése 32 %-kal csökkent.

Mindkét technológiai soron az izopentán torony terhelésének csökkenése lehetőséget biztosított a termék egy tornyon történő kinyerésére. A torony táp korszerűsítés előtti és utáni mennyisége és minősége a 2. táblázat adatai alapján hasonlítható össze. A táblázatból kitűnik, hogy az izopentán torony a tervezett-hez képest 35 %-kal túl van terhelve, de ez az elválasztás élességét nem befolyásolja.

A technológiai számítások alapján a két frakcionáló üzemrészben módosításra került a kapcsolás. A módosított technológiai kapcsolást a 6. ábra szemlélteti.

1. sz. táblázat

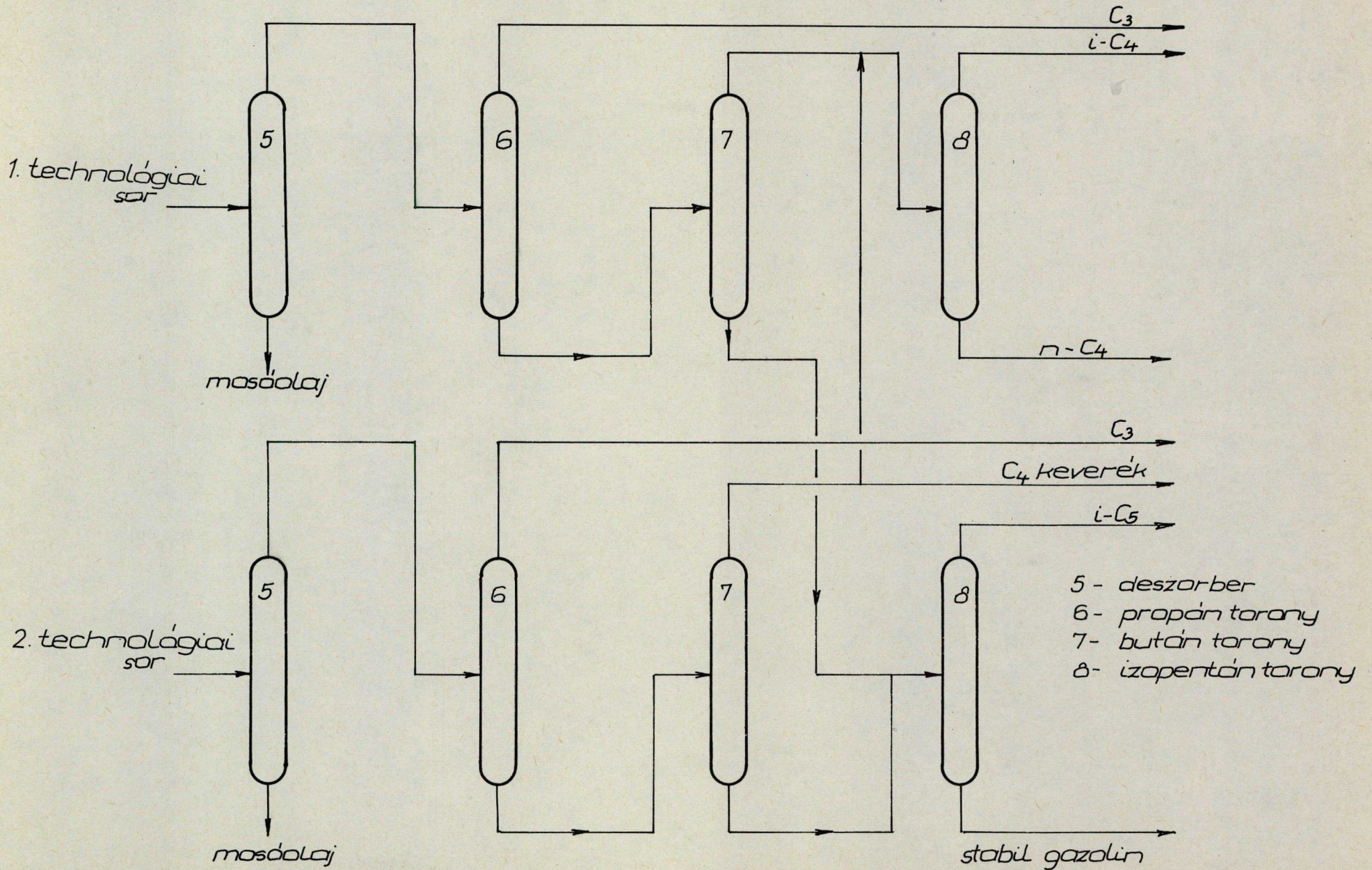
A frakcionáló tornyok technológiai
paraméterei

Készülék	Tervezett technológiai kapcsolásban	Korszerűsített technológiai kapcsolásban
Propán torony		
táp mennyiség, kg/h	29957	24914
a terhelés, %-ban	100	83,17
nyomás, bar	1,8	1,8
fenékhőmérséklet, °C	148	134
Bután torony		
táp mennyiség, kg/h	24712	19341
a terhelés, %-ban	100	78,27
nyomás, bar	6,5	6,5
fenékhőmérséklet, °C	136	119
Izopentán torony		
táp mennyiség, kg/h	16896	11538
a terhelés, %-ban	100	68,29
nyomás, bar	3,2	3,2
fenékhőmérséklet, °C	114	95

2. sz. táblázat

Az izopentán toronyba belépő táp
jellemzői

Komponens	Tervezett kapcsolás		Korszerűsítés után	
	Összetétel mól/mól	táp mennyis. kg/h	összetétel mól/mól	táp mennyis. kg/h
n-C ₄	0,0041	35	-	-
i-C ₅	0,2000	2703	0,2758	5538
n-C ₅	0,1774	2365	0,2480	5077
C ₆	0,2330	3717	0,3176	7615
C ₇	0,1938	3548	0,0952	2769
C ₈	0,1336	2872	0,0452	1385
C ₉	0,0581	1656	0,0182	692
Összesen:	1,0000	16896	1,0000	23076



6. sz. ábra A gázfrakcionáló üzembrész integrált technológiai kapcsolása

Ebben a technológiai kapcsolatban a bután tornyok fenékterméke összevontan, a 2. technológiai sor izopentán tornyán kerül szétválasztásra izopentánra és stabilgazolinra. A bután tornyok fejtermékét pedig az 1. technológiai sor izopentán tornya izo- és normál butánra választja szét.

Tehát minimális módosítással és integrált technológiai kapcsolással lehetővé vált új termék, az izobután előállítása.

Az izobután termelésnél ismertetett technológiai folyamat eredményeként a szegedi gázfeldolgozó üzemben potenciális lehetőség adódott a normál pentán előállítására is.

A deszorpció hőmérsékletének változtatásával szabályozható a deszorber fejhőmérséklete és a frakcionáló üzem tápjának összetétele. A deszorber fenékhőmérséklet megfelelő megválasztásával /200-210 °C között/ a frakcionáló üzemrész tápja minimális mennyiségben tartalmaz C_{6+} frakciót. Így a 2. technológiai sor i-pentán tornyának fenéktermékeként n-pentánban dús anyagáram jelentkezik 85 %-os tisztaságban. Nagyobb terméktisztaság eléréséhez az n-pentánban dús frakció további frakcionálása szükséges. Ez esetben fejtermékként technikai tisztaságú n-pentán, fenéktermékeként pedig C_{6+} frakció jelentkezik. Az 1984-ben elvégzett üzemi kísérletek során 95 % tisztaságú n-pentán került előállításra.

A normál pentán gyártás, a forgalmazás feltételeinek megteremtése jelenleg folyik az algyői gázüzemben.

Elemzésre került a termékválaszték bővítésének a lehetősége a hajdúszoboszlói gázüzemben is. A frakcionáló üzemszűrés korszerűsítésével a meglévő berendezéseken izopentán termelése valósítható meg oly módon, hogy a propán tornyon propán - bután frakciót állítanak elő, a bután torony így eredeti funkciója alól felszabadul. Ez a torony alkalmas izopentán és stabilgazolin előállítására /23/.

Vizsgálatra került a n-hexán és i-oktán termelés lehetősége is. A szegedi üzembe érkező gázokból és kondenzátumokból elvileg kinyerhető n-hexán és i-oktán mennyisége potenciálisan biztosítaná a termelést, de a kinyerés technikai feltételei nincsenek meg.

A termeléshez szükséges beruházások:

- mindegyik termék termelése esetén szükséges tárolásának és szelektív töltésének a megoldása,
- n-hexán termelés esetén további két frakcionáló torony építése szükséges, a hozzá tartozó segédberendezésekkel,
- i-oktán termelés esetén három frakcionáló torony építése szükséges, a hozzá tartozó kiszolgáló egységekkel,
- az együttes termelés esetén tehát összesen öt új frakcionáló torony építése szükséges, a hozzá tartozó egységekkel.

Megállapítható, hogy a C_{6+} frakció további feldolgozásához a jelenlegi frakcionáló üzemrész jelentősebb beruházást igénylő bővítésére lenne szükség, amelynek eldöntéséhez a piaci igény pontosabb ismerete és részletes gazdaságossági számítás szükséges.

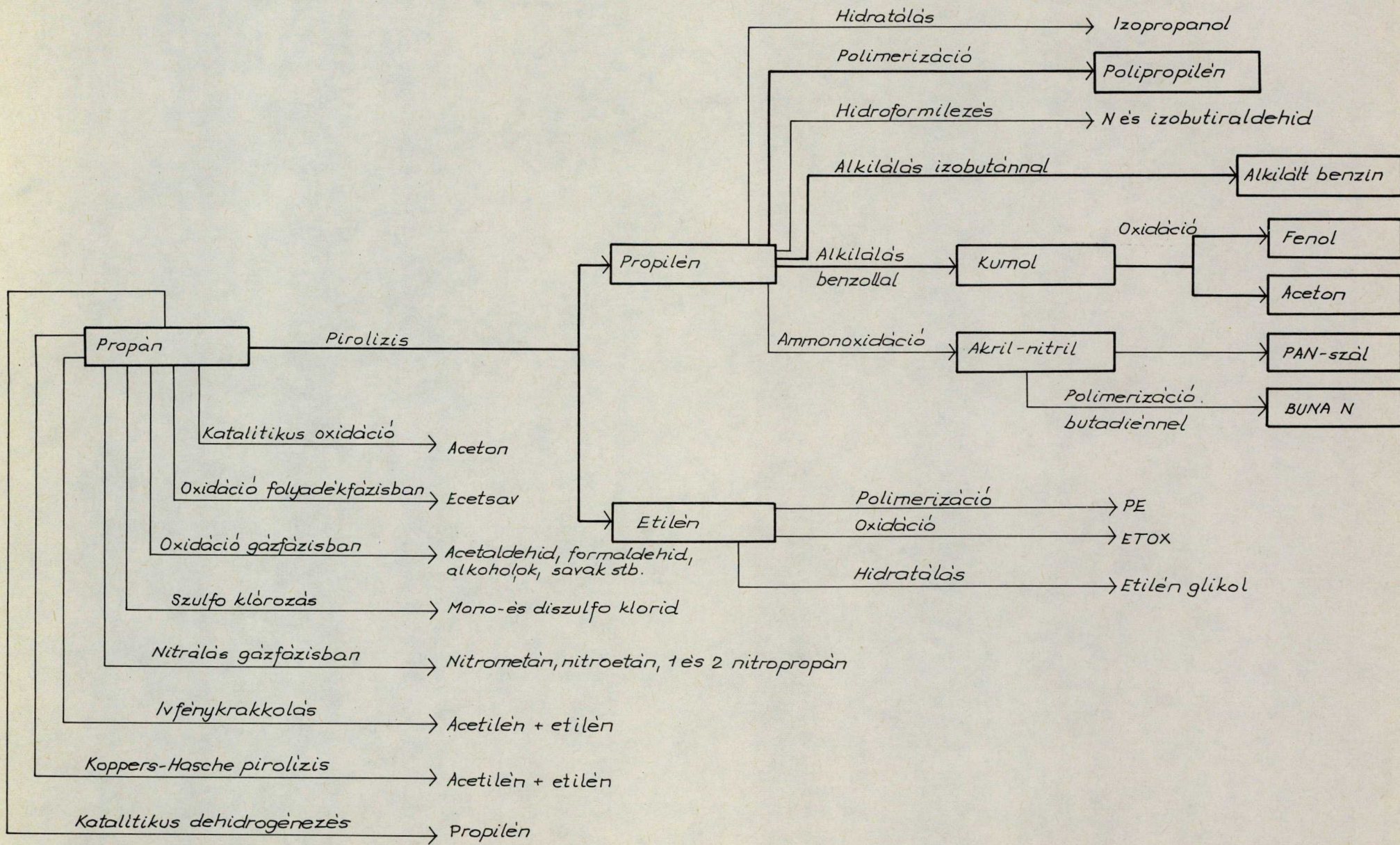
2.3. A cseppfolyós gáztermékek petrokkémiai hasznosítása

Az egyedi paraffin-szénhidrogénekből kiinduló petrokkémiai termékcsaládfákat a 7., 8. és 9. ábrák mutatják be. Vastagon ábrázoltak az iparilag elterjedt, vagy magas értéknövekedést eredményező ágak.

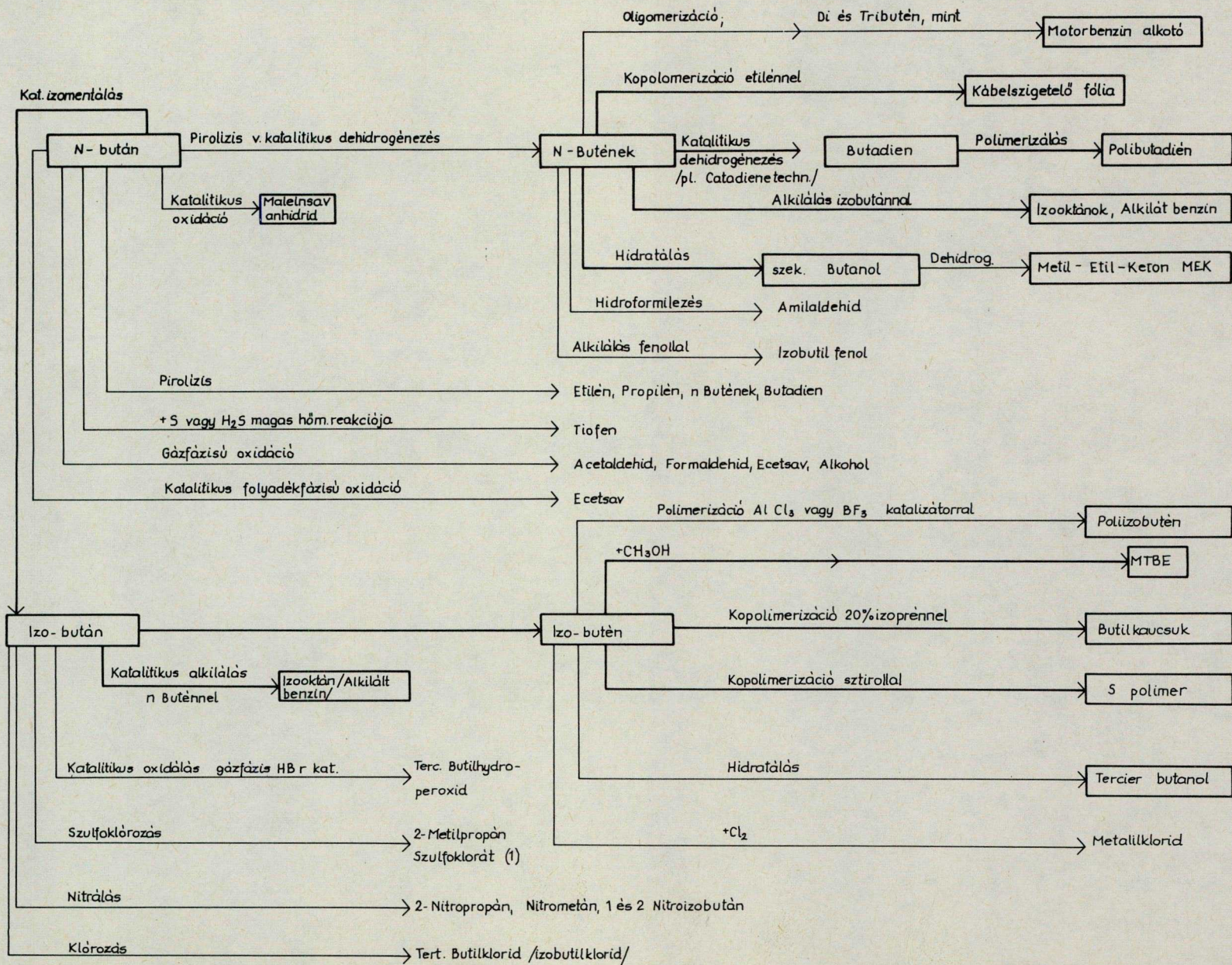
Természetesen az, hogy a telített C_3 -, C_4 -, C_5 - szénhidrogénekből egy-egy üzem milyen terméket állít elő, attól is függ, hogy egyedi, technikai tisztaságú szénhidrogén, vagy azok elegye áll-e a rendelkezésére.

Az európai petrokkémiai struktúra fő jellemző vonása, hogy az egyedi, telített szénhidrogének rendelkezésre álló mennyiségei nem tették lehetővé petrokkémiai tömeggyártást, eltérően az amerikai gyakorlattól. Az európai és a japán petrokkémiai tömegtermelés korábban zömmel vegyipari benzinen alapult, és olefinek, valamint poliolefinek előállítására irányult.

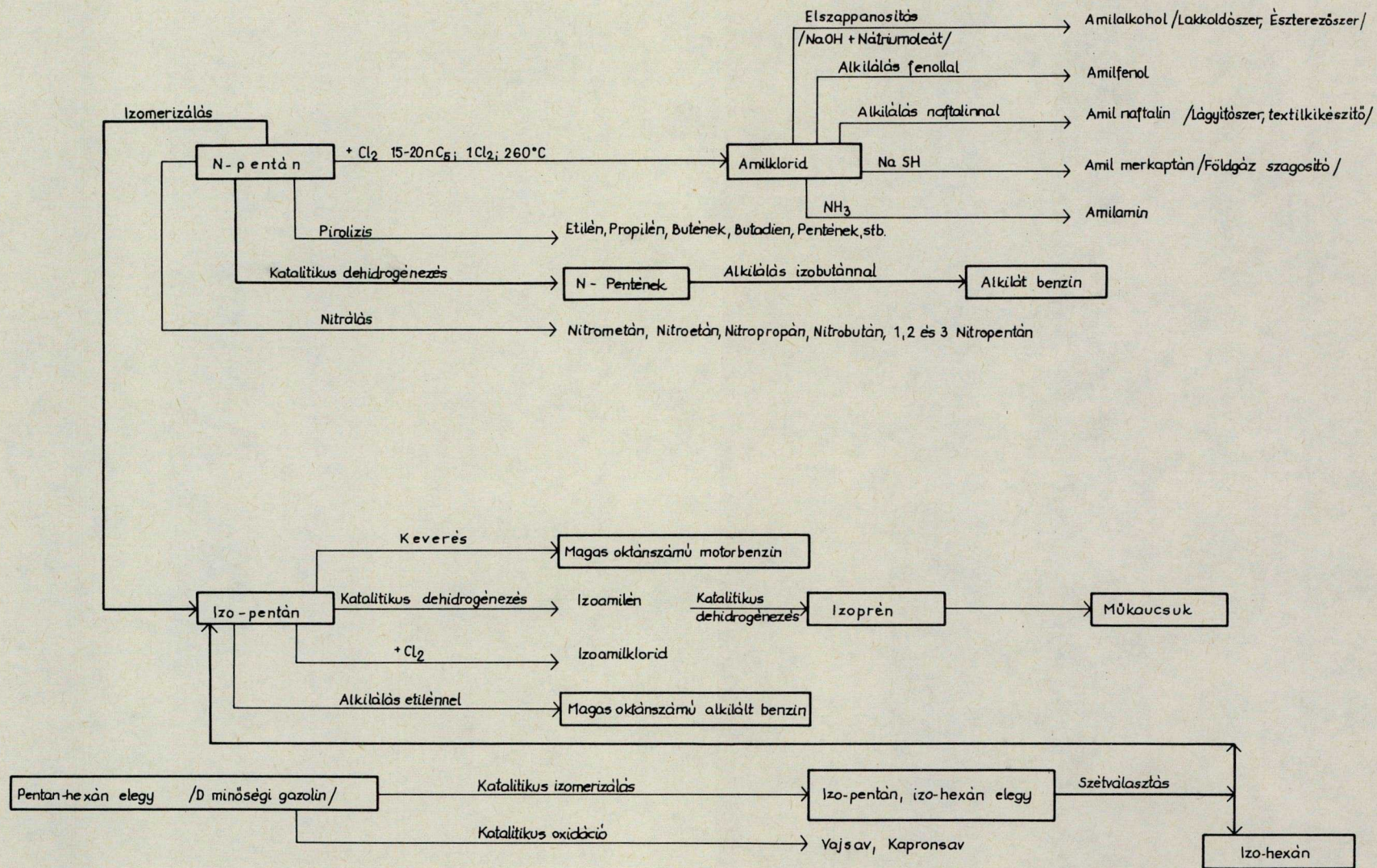
A nyersolaj és vele párhuzamosan a vegyipari benzin árának emelése ezt a helyzetet is alapvetően megváltoztatta, ezért az európai petrokkémiai üzemek nyersanyag bázisait szélesíteni igyekeznek.



7.sz.ábra Propán bázisú petrokkémia



8.sz. ábra Bután bázisú petrokémia



9.sz.ábra Pentán bázisú petrokkémia

E törekvés és fejlesztési tevékenység legintenzívebben az olefin, ezen belül az etilén és propilén gyártásnál figyelhető meg.

Az európai petrokkémiai üzemek sorra állítják át benzínbázisú pirolízis-üzemeiket propán-bután keverék vagy tiszta propánbázisra.

Másfelől az európai petrokkémiai üzemek termékválasztékukat szélesítik. Ennek egyik formája, hogy azokban a benzín pirolízis üzemekben is, ahol eddig csak energetikai célokra hasznosították a C_4 - és a pirobenzín frakciót, petrokkémiai technológiákat valósítanak meg. A C_4 -frakció izobutilén hányadából metil-tercier-butil-étert /MTBE/ állítanak elő metilalkohollal való savas gyantakatalizátoron végzett reagáltatással, az 1,3-butadiént extraktív desztillációval kinyerve műkaucsuk gyártásra használják. A fennmaradó butén-2-ből etilénnel kopolimerizált állítanak elő.

Az utóbbi időben terjed a szekunder butanol gyártása is, különösen az USA-ban és Japánban. E jelenség indítéka az, hogy mind a butén-1, mind a butén-2 szekunder butanollá alakítható egyszerű savas katalízissal, míg a polimerizációhoz a butén-1-et költséges művelettel /pl. a SORBEX eljárás szerint/ el kell választani a polimerizációra szánt butén-2-től /24/.

A cseppfolyós gáztermékek iránti keresletet fokozta a motorikus célra való felhasználás elterjedése is.

Az eddig követett termékválaszték bővítési tevékenységet igazolja a termék árának alakulása is, a bután ára jobban növekedett, mint a propáné. A két termék termelői árának különbsége az utóbbi években a kezdeti 20 \$/t-ról 40-45 \$/t értékre növekedett.

A cseppfolyós gáztermékek iránti igények és áraik növekedése a nagy földgáz és olajkiszérőgáz termelőket intenzív beruházási tevékenységre ösztönözte. Az arab országok dömpingszerű cseppfolyós gáztermék termelése és értékesítése az alábbi hatásokkal jár /25/:

- meghatározóvá válnak az európai gáztermék piacon,
- a propán-bután és különösen a propán piaca telítődik, ami mérsékli a korábbi árnövekedési sebességet, sőt egy küszöbérték körüli ingadozás várható,
- a bután és a propán ára közötti különbség fennmarad.

A technikai tisztaságú izopentán továbbra is keresett termék lesz, mert mind motorbenzin keverőkomponenseként való felhasználása, mind az izoprén bázisú műkaucsukként való felhasználása növekedni fog. E folyamat megfigyelhető az izomerizáló üzemek, valamint az ugynevezett ISO-CRACKING üzemek terjedéséből is. Ezek az üzemek nehézbenzinből, krakkbenzinből és gázolajból főként C₄-, C₅-, C₆-izoparaffinokat és kerozint állítanak elő. A közvetlenül normál pentánból kiinduló petrolkémiai gyártás egyelőre jelentéktelen, a normál pentán zömét izomerizálják.

A hexándús gazolin, mely normál pentán és hexánok elegye, ideális izomerizálási alapanyag. E gazolin frakcióból tiszta hexán is előállítható, amelyből benzol, vagy izohexán termelés valósítható meg. A petrolkémiai feldolgozás módjától függően tehát a hexándús gazolin frakció értékes, magas használati értékű termékek ideális nyersanyaga.

A meghatározható hasznosítási irányok tehát a következők:

- a korlátozott mennyiségű cseppfolyós szénhidrogénből magas értékű termékek előállítására kell törekedni, még az energetikai felhasználásra kerülő mennyiség rovására is. Ennek pótlását lehetőleg a gázelőkészítő és feldolgozó üzemek termékkinyerési hatásfokának növelésével kell megteremteni,
- az energetikai célra felhasználandó maximális propántartalmat kell beállítani,
- a normál bután, pirolizálásával egyszerre vált ki vegyipari benzint és szolgáltat alapanyagot az MTBE gyártásának növelésére, illetve a butadién és a szecunder butanol termeléshez. Az izobután minden piacon exportképes magas árfekvésű export árualapot képez, amely hosszútávon értékesíthető,
- az izo- és normál pentán egyedi frakció és különböző arányú keverékeik hazai és tőkés piacon egyaránt értékesíthetőek,

- hexándús gazolin frakció termelésének megvalósítása további értékes petrokkémiai nyersanyagot eredményezhet.

3. Hazai földgázbázisú etán - etilén és kissűrűségű poli- etilényártás lehetőségei

3.1. Az etán - etilén gyártás nyersanyag bázisa

Magyarországon az 1970-es évek végétől komoly vizsgálatok folytak a földgázbázisú etilényártás megvalósítására és módozataira vonatkozóan. A kidolgozott koncepció, a kedvezőtlen irányba változó forrásoldali feltételek mellett is, hosszútávon biztosítja a gazdaságos hazai földgázbázisú etilényártást. Ez a koncepció az etán kinyerését egyetlen üzembe koncentrálja, a lehetséges forrásoldalak több lépcsőben történő csatlakoztatása mellett. E szerint az SZKFL gázüzemeihez kapcsolva lehetne megépíteni egy $6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ kapacitású etánkinyerő üzemet. Az üzem nyersanyagellátása az első ütemben az algyői olajkiszérő- és szabadgázokból megoldható. A második ütem során kerülnek beadásra a külső mezők etándús kondenzátumai és gázai. Különösen jelentősek a terhelés szempontjából az 1990 után termelésbe lépő sapkagáz készletek, amelyek termeltetése idővel növekvő mértékű. Így hosszútávon /20-25 évre/ biztosítható a forrásoldal.

Az etánkinyerés egy üzembe történő koncentrálása kedvező lehetőséget teremt egy 125000 t/év kapacitású etilén-üzem integrált telepítésére is, amellyel jelentős beruházási és üzemeltetési költségmegtakarítás érhető el.

Az integrált etán-etilénmű földgázbázisra telepítve jelentős exportnövelő beruházás, amely a hazai nyersanyagforrásokra alapozva lehetővé teszi a céltermékszerkezet korszerűsítését és értékes petrolkémiai termékek előállítását a világpiaci nyersanyagár ingadozásaitól függetlenül.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy a hazai földgázbázisú etiléngyártás ilyen irányú koncepciója a már ismert földgázkészleteken alapul. Ismeretes e készletek intenzív megcsapolása, ezért az időtényezőnek ebben a kérdésben kulcsfontosságú szerepe van. A megvalósítás elhúzódása esetén a 20-25 éves termelési garancia az ismert készletekre alapozva esetleg már nem lenne biztosítható.

Mivel a délalföldi etándús gázokra koncentrálódó etánkinyerési koncepció a bázis mezőre és a csatlakozó külső forrásokra támaszkodik, meg kellett vizsgálni a 2000-ig e térségben rendelkezésre álló forrásokat. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy a 6 millió m³/d kapacitású etánkinyerő üzem folyamatos leterheléséhez szükséges földgáz az SZKFL rendszerében mindenkor rendelkezésre áll.

Az országos földgázmérleg adatai szerint a hazai földgáztermelés 1980 és 2000 között 6,23 - 7,13 milliárd m³/év között alakul. A földgázok potenciális etántartalma a fenti időszakban 350000 t/év, amelyből az SZKFL rendszerébe 140000 - 280000 t/év koncentrálható.

A potenciális etántartalom az elérhető 80 %-os átlagos kinyerést feltételezve biztosítja egy 125000 t/év kapacitású etilénüzem folyamatos leterhelését távlatilag is /26/.

Az algyői forrásoldal változásainak elemzése azt mutatja, hogy az SZKFL-be további külső források bekapcsolása szükséges, azonban a két ütemű megvalósítás előnye az, hogy az etánüzem forrásoldalának bővítésére nem szükséges új, vagy előrehozott beruházási intézkedés, hanem a külső források beléptetését a VI. és VII. ötéves tervi ütemezés szerint igényli /27/.

A meglévő algyői gázfeldolgozó üzemekben történő etánkinyerésre elvégzett vizsgálatok szerint jelentős technológiai és berendezés módosítással /új metánmentesítő torony beruházása, az abszorpciós tornyok szelepes tányérainak lecserélése korszerűsített szitatányérokra, az abszorbens mennyiségének megkétszerezése, az előteltési blokkokban a metánelőteltetés elhagyása, stb./ a jelenleg üzemelő berendezések alkalmassá tehetők ugyan a nyersgáz potenciális etántartalma 40 %-ának kinyerésére, ez azonban csak 30000 t/év etán terméket jelentene, amelynek volumene kicsi és nem teszi lehetővé a gazdaságos méretű továbbfeldolgozást /28/. Gazdaságos méretű etánkinyerés csak új kriogén üzem megépítésével biztosítható.

3.2. Etán-etiléngyártó üzemek technológiája

A tervezett üzem kapacitása évi 103000 t polimerizációs minőségű etilén lenne.

Emellett C_{3+} frakció, tüzelő- és egyéb termékként hulladékgáz, valamint nehéz kondenzátum /nehéz paraffinok/ jelentkeznek. A berendezések évi 15 napos leállástól eltekintve folyamatos üzemvitelűek. A technológia rugalmassága magas színvonalú, mivel 50 %-os leterhelés mellett is jó hatásfokú üzemeltetés érhető el. Az üzem 60 bar nyomáson $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ harmatpontra előkészített $6 \cdot 10^6\text{ m}^3/\text{d}$ gáz további feldolgozására alkalmas. A gáz összetételét a 3. táblázat tartalmazza.

Az etánkinyerő berendezés minimum 96 %-os tisztaságú évi 125000 tonna etán előállítására alkalmas. Az etilén 99,95 % tisztaságú, gázfázisú, nyomása 30 bar. Az egyéb termékek / C_{3+} frakció, hulladékgáz/ minősége nincs szabályozva. Hűtőközegként minimális mennyiségű Tisza-vizet alkalmaznak. Tüzelőanyagként a kemencékben a gőzkrakkoló berendezésben előállított gázt használják. Ha szükséges, kiegészítésként az algyői kezelt gázból is biztosítható a fűtő gáz.

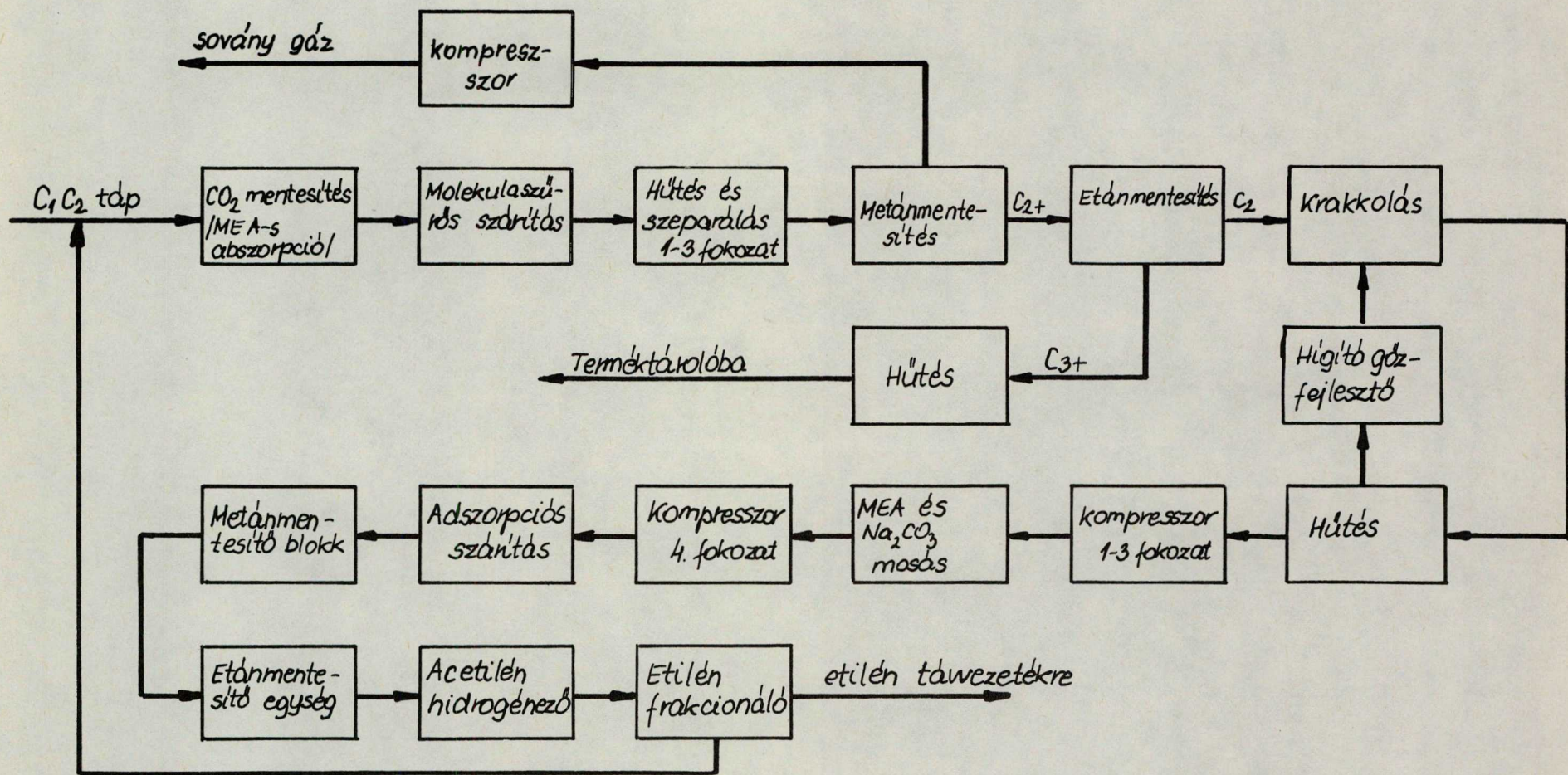
Az etán-etilényártó üzem elvi technológiai kapcsolási rajza a 10. ábrán látható.

A belépő földgázt első lépcsőben CO_2 -mentesítik, majd szárítják és metánmentesítik. A CO_2 eltávolítására mono-etanol-aminos /MEA/ abszorpciót alkalmaznak. Az abszorber tányéros oszlop, melyben a MEA oldat és a gáz ellenáramban érintkezik.

3. sz. táblázat

Az etán üzem belépő gázának összetétele

Komponensek	Összetétel, mól/mól		
	min.	max.	átlag
C ₁	0,8902	0,8347	0,8625
C ₂	0,0569	0,0736	0,0652
C ₃	0,0264	0,0239	0,0252
C ₄	0,0075	0,0086	0,0080
C ₅	0,0023	0,0020	0,0022
C ₆	0,0018	0,0009	0,0013
C ₇	-	0,0001	0,0001
C ₈	-	-	-
C ₉	-	-	-
C ₁₀	-	-	-
CO ₂	0,0074	0,0221	0,0147
N ₂	0,0075	0,0341	0,0208
Összesen:	1,0000	1,0000	1,0000



10. sz. ábra Etán-etilényártó üzem elvi technológiai blokk-sémája

A regeneráló oszlopban az elhasznált és savas gáztartalmú MEA oldatot felmelegítik, a kihajtásra szolgáló visszaforrallót kisnyomású gőzzel fűtik. Az oszlop refluxszal működik.

A savanyú komponensektől mentes gáz további szárítása ciklikusan működő molekulaszűrővel ellátott szárító egységeken történik. A szárító egységek regenerálását metánmentesített előmelegített kezelt gázzal végzik. Az egységekből távozó szárított gáz az etánkinyerési szekcióba kerül. A regenerálás után a gázt léghűtőkben lehűtik és a gázszeparatorban a kondenzált vizet leválasztják. Az ágyak hűtését ez a gáz továbbhűtött állapotban végzi.

A szárítóból jövő gázt lemezes hőcserélőben $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra hűtik le. A folyadékot és a gázt az 1. fokozati szeparatorban választják szét. A gázt ezután lemezes hőcserélőben $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra hűtik le. A folyadék-gáz szétválasztást megismétlik a 2. fokozati szeparatorban. Az így nyert gázt turboexpanderben expandáltatják, így a gáz tovább hül, nyomása 15 bar, hőmérséklete $-107\text{ }^{\circ}\text{C}$ lesz. Ezt a folyadék-gáz elegyet a 3. fokozati szeparatorban választják szét. A szeparator gázával előhűtik a metánmentesítésre kerülő gázt. A három szeparatorból származó folyadékkal táplálják a metánmentesítő oszlopot, ahol az etánt és metánt választják szét. A metánmentesítő két belső visszaforrallóval van ellátva a belépő szárazgáz oldalon, így külső hűtőkörökből hidegenergiát nem igénylő, hő szempontjából önellátó az egység.

A metántalanító gázállapotú fejtermékét a 3. fokozati szeparátor gázával együtt a kezelt gáz kompresszorra adják.

A metántalanító fenéktermékét /C₂₊ frakció/ az etánmentesítőbe szivattyúzzák. Az etánmentesítő fejtermékét részlegesen kondenzáltatják a gőzkrakkoló berendezésből jövő középnyomású propán hűtőfolyadékkal működő kondenzátorban. A folyadékot a gáztól szétválasztják és visszavezetik refluxként az oszlopba, míg a gázállapotú fejtermék /zömében etán/ vagy közvetlenül a gőzkrakkoló egységet táplálja, vagy tárolótartályokba kerül. Az etán tárolóban a gázt 10 bar nyomáson és -28 °C-on tartják. Az elpárolgó gőzöket komprimálják, propán hűtő folyadékkal kondenzáltatják és visszavezetik a tárolóba. Az etánmentesítő fenéktermékét /C₃₊ frakció/ léghűtés után a terméktárolóba vezetik.

A gőzkrakkoló egységben egyszerre 4 db GKI típusú etán krakkoló kemencét használnak folyamatos üzemben. Az etán tápáramot olyan hőmérsékletre melegítik elő /250 °C/, hogy a higitógőzzel való összekeverés után ne kondenzálódjon a gőz. A konvekciós zóna fogadó oldalán a tápáram nyomása a szabályozó szelep után 4,0-4,5 bar. A higitógőzzel történő összekeverés után az előmelegített gáz-gőz keverék belép a nagy hőmérsékletű konvekciós zónába, ahol 620-640 °C-ra melegszik fel. Innen a sugárzó zónába vezetik át, ahol további melegítés után a pirolízis végbemegy a kívánt konverzióig.

A gáz a kemencéből a sugárzó zóna tetején távozik 840-850 °C hőmérséklettel és 0,9 bar nyomással, majd az előgyors hűtőbe kerül, ahol 350 °C-ra hűtik le, egyuttal 65 bar nagynyomású gőzt állítanak elő a hűtő köpenyoldalán. Az előgyors hűtőből távozó krakkgázokat az utógyors hűtőben tovább hűtik 150 °C-ra. A leadott hővel a kemencék nagynyomású gőzellátását biztosító kazán tápvizet melegítik elő. A krakkgázokat az adagoló gázkompresszorba vezetés előtt tovább hűtik 45 °C-ra, majd vizes mosóoszlopban a higitógőzt maximális hatásfokkal eltávolítják belőle kondenzálással, valamint leválasztják a nehéz termékeket, főként a C₉₊ frakciót. A krakkgázokat négy, hőcserélőkkel felszerelt szekcióval rendelkező kompresszorral komprimálják a kriogén gázszeparátor előtt. A kompresszorozási fokozatok között marónátronos mosást alkalmaznak /CO₂ és H₂S mentesítés/, majd vizes mosással a lúgcseppeket távolítják el a gázból. A viztartalom csökkentésére a gázt 15 °C-ra hűtve, töltetes szárító oszlopba vezetik. A szárítást 1 ppm nedvességtartalomig végzik molekula szűrő alkalmazásával. A szárítás után a krakkgázt négy lépésben -97 °C-ig hűtik. A keletkező folyadékokat egyenként vezetik be a nagynyomású, refluxszal ellátott metánmentesítőbe. A távozó gázban 5 % etilén marad, amelynek visszanyerésére turboexpandert alkalmaznak.

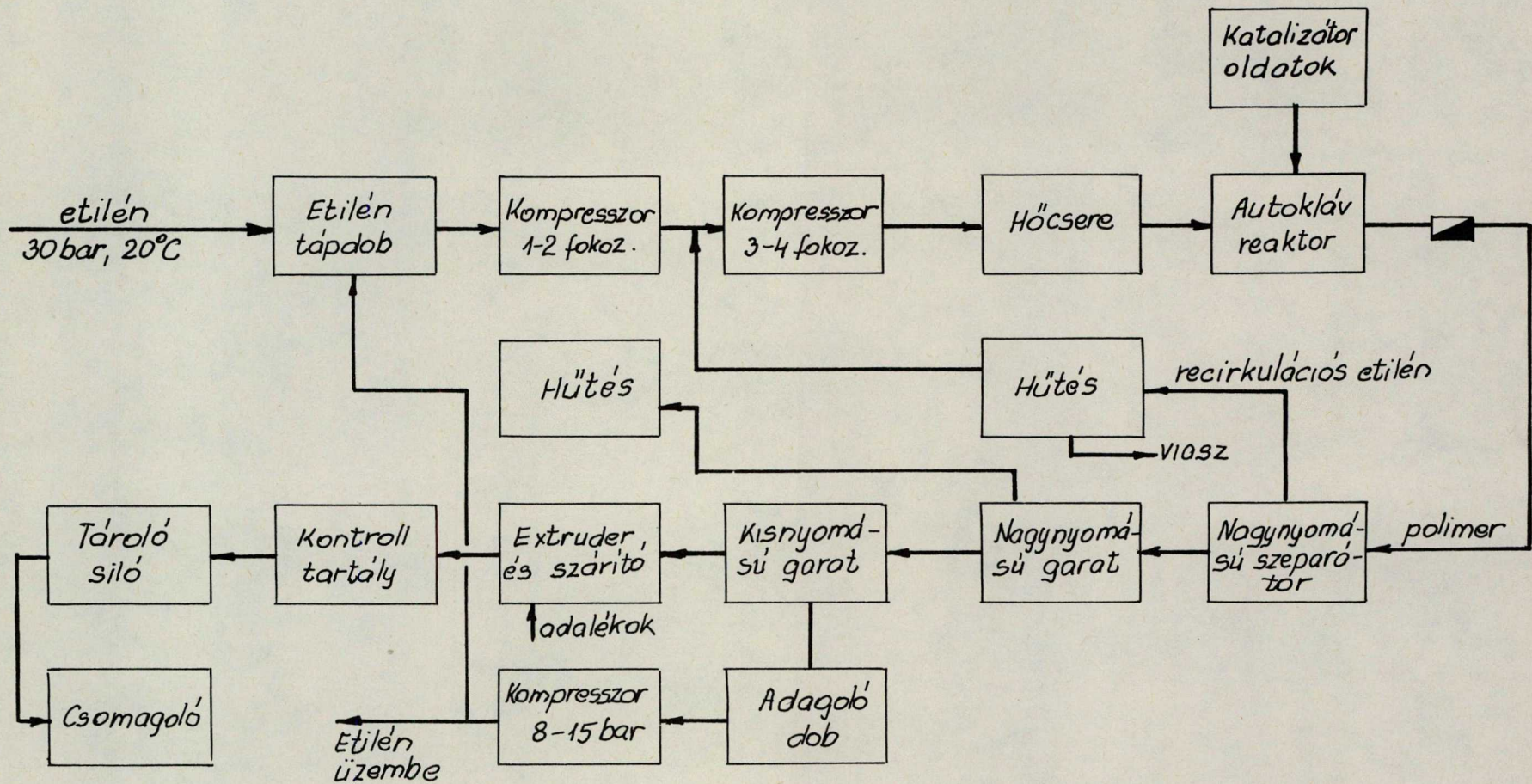
A metánmentesítés után a folyékony fázis zömében C₂ szénhidrogéneket tartalmaz, ezért ha ezt az áramot kondenzálódó propánnal szemben elpárologtatják, hidegenergiája az etánmentesítés előtt visszanyerhető.

Az etánmentesítő fejterméke elsősorban etilént, etánt és kevés acetilént tartalmaz, fenékterméke pedig a C_{3+} frakció. Az acetilént, az etilénhez közel azonos illékonysága miatt, nem lehet a többi C_2 szénhidrogéntől frakcionálással szétválasztani, ezért az etánmentesítő fejtermékét hidrogénezik. A hidrogénezett C_2 elegy az etilénfrakcionálóba jut, amely az etilén-etán finom szétválasztását végzi. Az etilént oldalterméként veszik le, majd a kívánt nyomásra komprimálják és visszamelegítik. A gázállapotú fejtermék metánt és egyéb könnyű komponenseket tartalmaz. A fenékterméként jelentkező folyékony etánt pedig a metánmentesítő tápáramának lehűtésével elpárologtatják és a krakkoló kemencékbe történő betáplálás előtt összekeverik a friss etánnal /29/.

3.3. Kissűrűségű polietilén üzem technológiai folyamata

Kidolgozásra került egy javaslat, az Algyőn létesítendő etán-etilén mű végtermékének továbbfeldolgozása céljából. Az etilénből katalitikus reakciók segítségével kissűrűségű polietilént lehetne gyártani. A tervezett üzem kapacitása 100000 t/év granulált műanyag.

A 11. ábra szemlélteti a kissűrűségű polietilént gyártó üzem bloksémáját. Az etilén alapanyagot csővezetékken keresztül szállítják az etilén tápdobba, ahová a 15-30 bar nyomású garat-gázokat is visszavezetik. A tápdobból a keveréket két fokozatban, megközelítőleg 250 bar nyomásra komprimálják.



11. sz. ábra Kissűrűségű polietiléngyártás blokksemája

Szűrés után az 1-2. fokozati kompresszor kilépő gázának és a nagynyomású recirkuláció gázának keverékét a 3-4. fokozati kompresszorban 1250 vagy 1600 bar nyomásszintre emelik. A kiválasztott végső felhasználással összhangban megkívánt termékminőségtől függően különböző kilépő nyomásokat alkalmaznak.

A komprimálás után a gázáramot több részáramra bontják és a követelményeknek megfelelő, hűtőközegekkel végzik a hőcserét. Ezeket a hűtött tápáramokat a polimerizáció indukálásához szükséges, előre elkészített peroxid katalizátorral összekeverve injektálják az autokláv reaktor megfelelő zónáiba. A reaktor egy több zónára osztott nagynyomású üst, speciális hajtóművel és keverővel, amely a katalizátor és az alapanyag intenzív keveredését és eloszlását biztosítja. A nyomás, az áramlási sebesség, a hőmérséklet, a katalizátor minőségének és összetételének, valamint a reaktorba injektálás helyének változtatásával ez a technológia a fóliák, a sajtolásos és extrudálásos előállításához szükséges kissűrűségű polietilén minőségek széles skálájának kialakítását teszi lehetővé.

A reaktorban a polimerizáció átlagos konvenziófoka 17,5 %. A reaktor alját elhagyva a polimer áram nyomáscsökkentés után, 270 bar nyomással lép be a nagynyomású szeparátorba, ahol az el nem reagált etilén zömét kivonják és recirkuláltatják.

A recirkuláltatott gázt három lépcsőben hűtik 115, 80 és 47 °C-ra, miközben leválasztják a viaszos, kondenzált maradványokat, a gázt pedig beadják a 3-4. fokozati kompresszor elé.

A polimer, némi maradék gázzal együtt szintszabályozó szelepen keresztül a nagynyomású garatba kerül 15-30 bar nyomáson. A nyomáscsökkenés következtében kivált oldószert az oldatkészítő tartályba, az el nem reagált gázt pedig hűtőn keresztül az etilén tápdobba vezetik. A polimert a kisnyomású garatba adják, amely 0,5 bar nyomáson üzemel. Az itt keletkezett gázt 8-15 bar nyomáson komprimálva visszajuttatják az etilénüzembe tisztításra.

A sajtolt polimer a kisnyomású garatból közvetlenül az extruderbe kerül. Az extruder csiga a műanyagolvadékot az adalékanyaggal együtt előrenyomja egy fűtött, vízbemertett törőlemez irányába. A hirtelen lehűtött polimert vágókések szeletelik fel és a granulátumot a cirkuláló víz a centrifugáló-száritó egységbe viszi. A megszáritott granulátumot lemérik és levegővel továbbítják egy kis kontroll silóba, ahol mintákat vesznek a termék mechanikai tulajdonságainak folyamatos vizsgálatára. Innen szintén pneumatikus úton szállítják a granulátumot a tároló silókba, majd a csomagolóba, ahol egyúttal a végső porleválasztást is elvégzik /30/.

3.4. Az etán-etilén-polietilén gyártási koncepció gazdaságosságának elemzése

Az OKGT megbízásából az amerikai Foster Wheeler International Corporation cég a BP-vel és a Phibro Salomon Philopp Brothers Inc. részlegével közösen elvégezte a Technip és Litwin cégek etán-etilén-polietilén gyártásra vonatkozó - az előző fejezetekben ismertetett - ajánlatának pénzügyi analizisét.

Megállapították, hogy a teljes etánmennyiség, amely a tápként beadásra kerülő földgázban fellelhető, 168000 t/évnek felel meg. A legújabb kriogén elválasztási technológia lehetővé teszi az etán 90 %-os kinyerését, vagyis 151000 t/év etánt, amely 80 %-os teljes etilénre történő átalakítás esetén egy 121000 t/éves etilénüzemet eredményez, a kivánt 100000 t/évessel szemben. Kiszámították, hogy a Techip cég csak 75 %-os etán kinyerést feltételezett, ami 125000 t/év etánt és 100000 t/év etilént eredményezne.

A pénzügyi tanulmányban USA-ban használatos árazási- és termelési költségelemzést alkalmaztak, miután az LLDPE-nek/kissűrűségű polietilénnek/ versenyképesnek kell lennie Nyugaton, ha konvertibilis valutát kívánunk kitermelni a termék eladásával.

A tanulmány elemzi a világ etilénpiacának jelenlegi helyzetét. Megállapították, hogy az etilén piaca az USA-ban pang, eladási ára 422 \$/t. Minthogy az 500000 t/éves

üzemek termelési költsége 366 \$/t, a bruttó nyereség csak 55,5 \$/t. Ez kb. 6,5 %-os beruházás jövedelmezőséget eredményez, nem számítva az etánnal táplált üzemeknél az adózást. /A beruházási költséget 425 millió \$-ra becsülik/.

Mint hogy az USA-ban jelenleg a kamatláb 10 %-os, a 6,5 % beruházás jövedelmezőség nem csábítja a potenciális beruházókat. Ezért az elmúlt öt évben nem építettek etilénüzemet. Feltételezték, hogy a javasolt 100000 t/éves üzem 22,2 \$/t hasznot fog hozni az adózás előtt/4. táblázat /.

Ahogy a 4. táblázatból kitűnik 422 \$/t etilénár mellett célszerű az LLDPE végtermékig történő feldolgozás. Az LLDPE-t az USA-ban 822 \$/t-ért árusítják és a termelési költség 666 \$/t. A 155 \$/t-t eredményező haszon 30 %-os beruházás jövedelmezőséget jelent az adózás előtt, vagy 25 %-ot, ha figyelembe vesszük a 22,2 \$/t kereskedői jutalékot. A Foster Wheeler International Corporation cég a létesítmény teljes beruházási költségét 230 millió \$-ra becsüli. A teljes létesítmény nyeresége 178 \$, 22,2 \$/t az etilénüzemnél és 155 \$/t az LLDPE üzemnél. Amint a 4. táblázatból kitűnik, ez egy 6,7 %-os beruházás jövedelmezőséget eredményez adózás előtt, mindössze 22,2 \$/t-ra becsülve a kereskedői jutalékot.

Az egyedüli változat, amely a tanulmány szerint felhasználható a nyereség növelésére, a betáplált etán nyersanyagárának csökkentése.

4. sz. táblázat

Az etán-etilén-polietilén vertikum megvalósításának pénzügyi analízise

1. Teljes beruházási költség	230 millió \$
2. Etilén eladási ára	422,0 \$/t
Etilén termelési költség /500000 t/éves üzem esetében/	366,0 "
Etilén termelési költség /200000 t/éves üzem esetében/	400,0 "
3. Etilén üzem nyeresége /adózás előtt/:	
/500000 t/éves üzem esetében/	55,5 "
/200000 t/éves üzem esetében/	22,2 "
/100000 t/éves üzem feltételezve/	22,2 "
4. LLDPE eladási ár	822,0 "
LLDPE termelési költség	666,0 "
5. LLDPE üzem nyeresége /adózás előtt/	155,0 "
6. A teljes létesítmény nyeresége	178,0 "
7. Feltételezett kereskedői jutalék	22,2 "
8. A teljes létesítmény nettó nyeresége /adózás előtt/	155,0 "
9. A teljes létesítmény bevétele /100000 t/év esetén/	15,4 millió \$/év
10. Beruházás jövedelmezősége 230 millió \$ után	6,7 %
<hr/>	
1. Az etán eladási ára az USA-ban az etilén 80 %-os átalakítása mellett	233,0 \$/t
2. Ha az etán nyersanyag ingyenes: a teljes létesítmény nettó nyeresége	389,0 "
3. Teljes nyereség bevétel	38,5 millió \$/év
4. Beruházás jövedelmezősége	16,7 %
<hr/>	
1. LLDPE üzem nyeresége	133,0 \$/t
2. Nettó LLDPE bevétel	13,2 millió \$/év
3. Beruházás jövedelmezősége /53 millió \$ nyereséget feltételezve/	25,0 %

Az USA-ban az etánt gallononként 0,26 \$-ért árusítják, ami 186 \$/tonnának felel meg, ami etilénre vetítve 233 \$/t-t jelent 80 %-os átalakítás mellett. Ha az etán nyersanyag ingyenes lenne, akkor a teljes létesítmény nyeresége 233 \$/t-val, azaz 411 \$/t-ra növekedne. A beruházás jövedelmezősége ez esetben 16,7 % lenne, 22,2 \$/t kereskedői jutalék figyelembevételével. Ez a beruházás jövedelmezőség igen csekély a legtöbb potenciális beruházás részére.

A vizsgálat főbb következtetései a következők:

- a létesítmény érdekes, mint a földgázban lévő etántartalom hasznosításának eszköze. Sok működő létesítmény alapul ezen a technológián,
- jelenleg az etilén ára igen alacsony, ahogy azt a minimális beruházás jövedelmezősége is jelzi. Ha a jövőben növekedni fognak az etilénárak, növekedni fog a beruházás jövedelmezősége is. A teljes létesítmény megépítése a jelenlegi helyzetben nem látszik aktuálisnak /még vegyes vállalati konstrukcióban sem/,
- felvetődhet az etán-etilén üzem megépítésének lehetősége két ország kooperációjában az etilén végtermék továbbfeldolgozásra történő átadása mellett. Külföldi érdeklődés esetén igen fontos lehet ezen alternatíva további tanulmányozása,

- A teljes létesítmény szakaszosan is megépíthető, kezdve az etán kriogén kinyerő üzemmel, ha a magyar fél el tudja helyezni az etánt külföldi etilényártónál. Magyarország dollárt takaríthat meg, ha a Tiszai Vegyi Kombinátban /TVK/ működő etilénüzemben a benzin nyersanyagot etánnal helyettesíti. Ha az etilénárak növekednek, akkor az etilén és LLDPE üzemek is megépíthetőek /31/.

3.5. Az etán hazai hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata

Az előző fejezetben ismertetett pénzügyi analízis alapján a hazai nyersanyagbázison alapuló etán-etilényártás lehetőségei közül feltétlenül célszerű megvizsgálni az etán hazai hasznosításának koncepcióját. Az eddig feltárt, nagy etántartalmú délföldi földgázokból az etán, cseppfolyós frakció formájában, a bázismezőre telepített kriogén földgáz feldolgozó berendezéssel kinyerhető és ezzel az ezredfordulóig évente 100000-120000 t etilén nyersanyaga biztosítható Algyőn vagy Leninvárosban /32/.

A lehetséges etilényártó alternatívák közül, amelyek az etánpírolízist egyrészt Algyőre, másrészt a TVK-hoz telepítik, az a változat igényli a legkisebb beruházási ráfordítást, üzemköltséget és biztosítja a legkedvezőbb üzemvitelt, amely az etánt Algyőről távvezetéken szállítja a

TVK-ba és ott pirolizálja a meglévő 250000 t/év etilén kapacitású Linde üzem bővítésével és technológiai módosításával létrehozott 285000 t/év etilén kapacitású üzemben. E változat szerint a TVK-ban a jelenlegi kb. 980000 t/év benzin felhasználást a földgázból kivont etánnal 710000 t/év mennyiségre lehet csökkenteni. Tehát évente 270000 t benzint lehetne kiváltani egyéb vegyipari felhasználásra.

Ez a megoldás ugyanakkor nehezíti egy közös külföldi érdekeltségű üzem megvalósítását, másrészt az etilén, polietilén és polipropilén üzemsor néhány hónapos leállítását igényelné a TVK-ban. Ennek természetesen hatása lenne a továbbfeldolgozó üzemekre is. E leállások gazdasági következményeit ma még becsléssel sem lehet meghatározni /33/. A TVK olefinüzem részbeni átállítása benzinnről etánbázisra mérsékeli a C_4 frakciók kihazatalát a pirolízis során, s ez csökkenti az értékesíthető végtermékek mennyiségét.

Az Algyőn, illetve Leninvárosban végrehajtandó alap- és addicionális beruházások költségigénye meghaladja a 4 milliárd forintot, amelyre jelenleg nem áll rendelkezésre fedezet /33/.

Fentiek alapján hazai etánhasznosítási koncepcióról csak további, minden várható hatást számbavevő, komplex vizsgálat eredményei alapján hozható döntés.

4. A földgáz metántartalmának hasznosítási perspektívái

4.1. A metanol, mint vegyipari nyersanyag és energiahordozó

A világ 1983 évi metanoltermelése mintegy 14 millió t volt. A metanolt korábban szinte kizárólag olyan minőségi termékek nyersanyagaként használták, mint a formaldehid, a dimetil-tereftalát, a metil-metakrilát, az ecetsav stb. Ma viszont már egyre nagyobb mértékben veszik figyelembe tüzelőanyagként is.

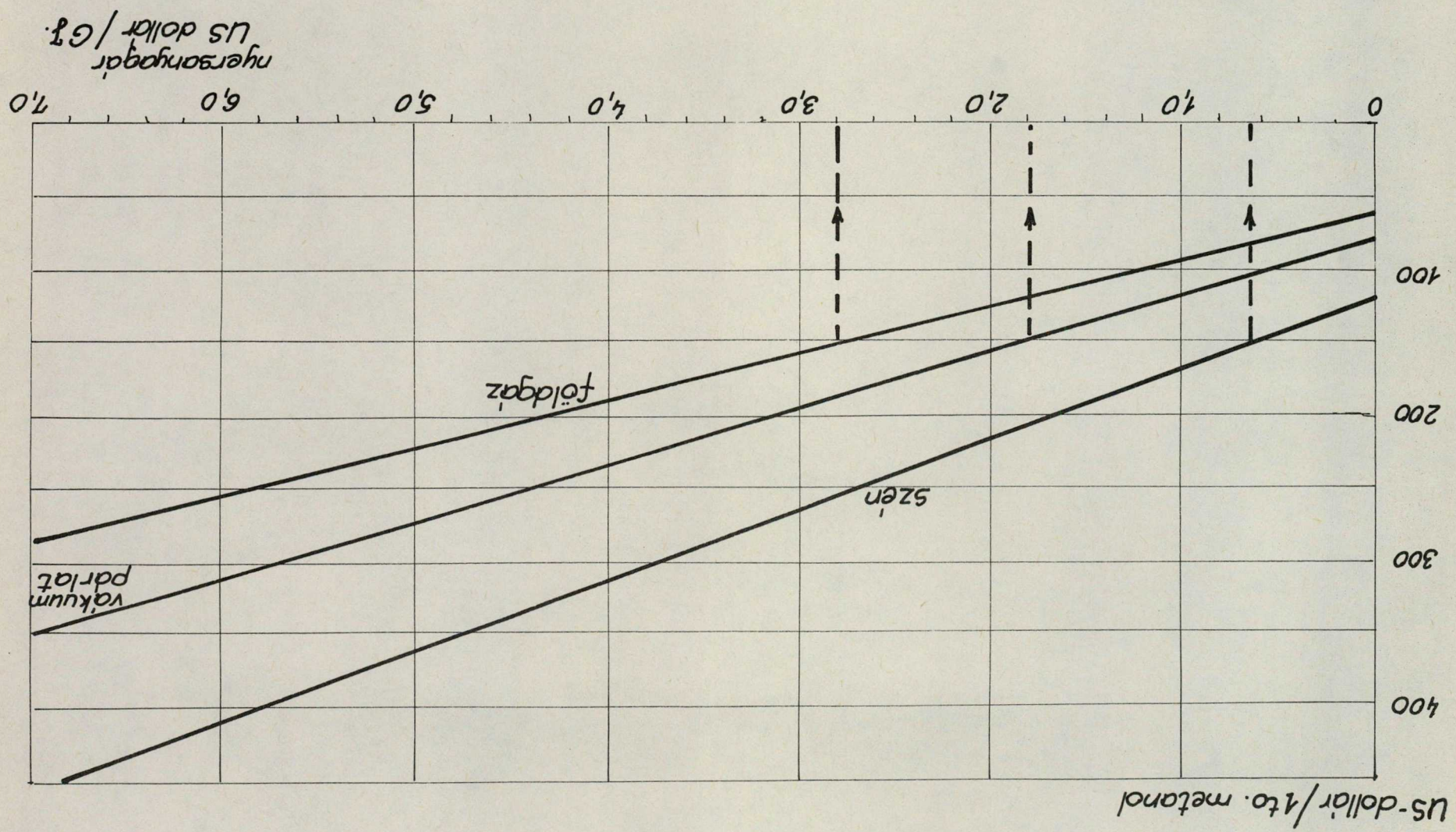
Mivel a metanol sem kénvegyületeket, sem fémeket nem tartalmaz, és csak csekély mennyiségű nitrogénmonoxid keletkezik belőle, tüzelőanyagként való felhasználása valóban sokat ígér. A metanol iránti kereslet a jövőben tovább nőhet azáltal, hogy motorok üzemanyagának adalékaként is felhasználható, illetve motor üzemanyaggá is átalakítható. A metanol növekvő ipari jelentőségét nem csupán a sokoldalú felhasználhatóság indokolja, hanem az a tény is, hogy majdnem minden szénhidrogén tartalmú anyagból, így például földgázból, nyersolajból előállítható. A szénnek mint nyersanyagoknak azonban már a közeljövőben meg fog nőni a jelentősége. Először mindhárom nyersanyagot szintézisgázzá dolgozzák fel, amelyet aztán katalitikusan alakítanak metanollá. A jelenlegi metanol-szintetizáló berendezések a kapacitástól és a nyersanyagtól függően 50-100 bar nyomáson üzemelnek, míg a korábbi nagynyomású berendezésekben 350 bar üzemi nyomásra volt szükség.

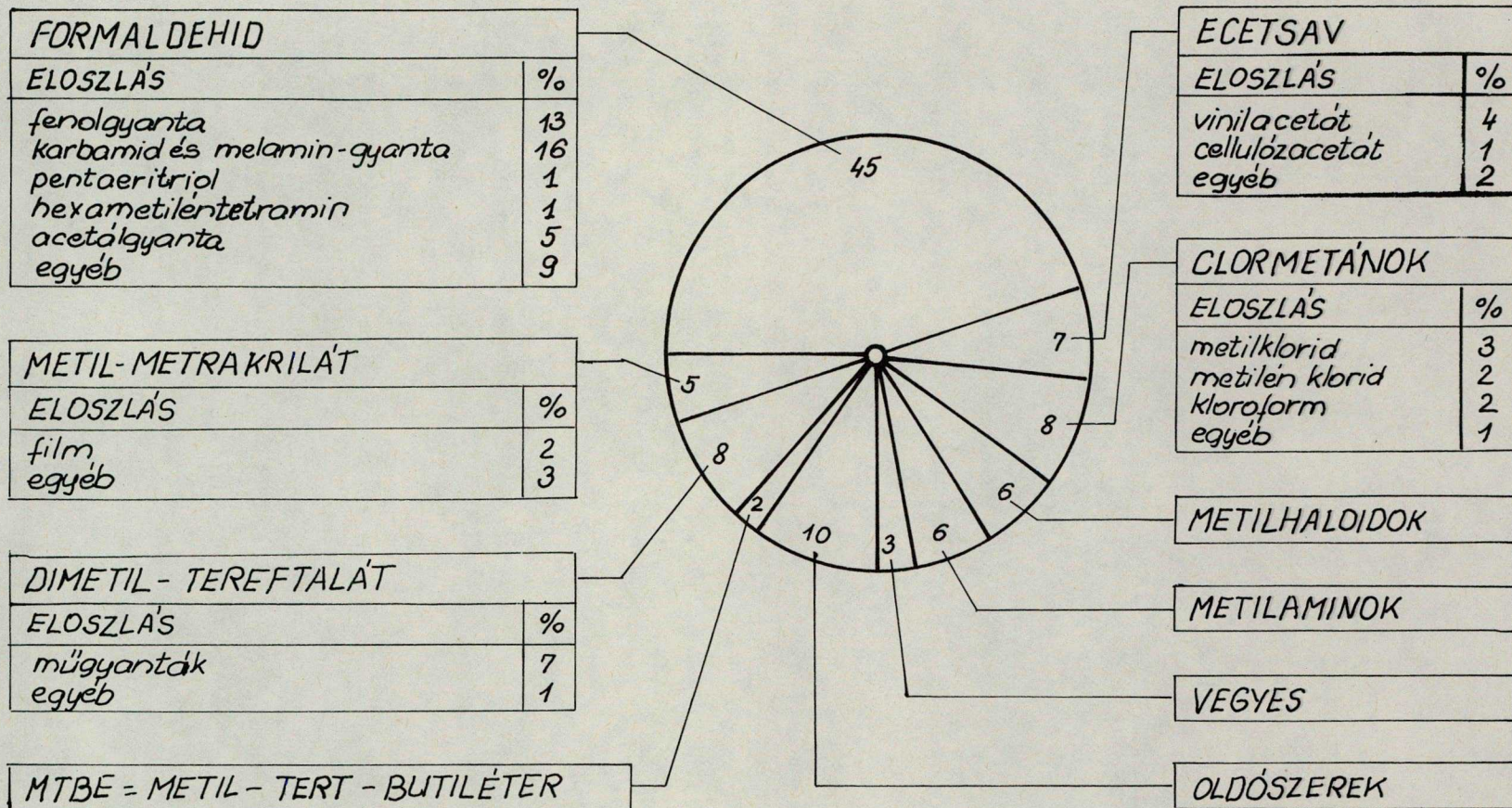
Megfelelő körülmények között mind a három felsorolt nyersanyagból gazdaságosan metanol állítható elő. Az egy millió GJ-ra jutó nyersanyagár és a rendkívül erősen eltérő beruházási költségek miatt a metanolgyártás költségei is különbözőek. A 12. ábra a metanol különböző alapanyagokból történő előállításának költségeit hasonlítja össze dollár/GJ-ban.

A metanolt szintetikus úton először 1923-ban állították elő, 300 bar és nagyobb nyomáson, 350 °C fölötti hőmérsékleten. Az ötvenes évek vége felé kezdtek el különböző cégek /Lurgi, ICI/ rézkatalizátoros, kisnyomású metanolgyártási eljárásokat kifejleszteni. Ezeket a munkákat azonban hosszú évekre félbehagyták, mert akkoriban még nem volt lehetőség arra, hogy a szintézisgázt megtisztítsák a katalizátormérgektől, például a kénvegyületektől. A Lurgi cég által kifejlesztett vegyi és fizikai gázmosóknak köszönhetően a hatvanas évek közepére már nem jelentett problémát a szintézisgáz tisztítása, ezért folytatták az abba hagyott kutatómunkát, aminek eredményeképpen 1970-ben az NSZK-ban üzembe helyeztek egy referencia berendezést. Azóta áll rendelkezésre a Lurgi féle kisnyomású technológia. A meglévő nagynyomású berendezéseket kisnyomású berendezések váltják fel, mivel gazdaságosabb üzemük révén az egész világon ezek kerültek előtérbe.

A 13. ábra a metanol jellegzetes felhasználási területeit mutatja be.

12. sz. ábra A különböző alapanyagú metanolgyártás költségei





13. sz. ábra A metanol jellegzetes felhasználási területei

A vegyipari termékek között a formaldehid áll az első helyen, a világ metanol termelésének mintegy 45 %-át alakítják át katalitikus oxidáció útján formaldehiddé. A formaldehidet lényegében karbamid-, fenol- és melaminformaldehydgyantává dolgozzák fel. A metanol felhasználásában a jövőben egyre nagyobb szerepet fog játszani az ecetsav. A Monsanto cég az Egyesült Államokban kifejlesztett egy kisnyomású eljárást, amellyel metanolból és szénmonoxidból állítanak elő ecetsavat. Ennek az eljárásnak az a különleges előnye, hogy a szintézis mintegy 30 bar nyomáson zajlik le és a metanol, valamint a szénmonoxid egy és ugyanazon forrásból, a szintézisgázból származik.

A tüzelőanyagként való alkalmazás a jövőben a metanol új felhasználási területét nyithatná meg. A fűtőolajhoz képest a metanol környezetkimélő, sem kénvegyületeket, sem fémeket nem tartalmaz, alacsony láng hőmérséklete következtében pedig lényegesen alacsonyabb a nitrogénmonoxid-emisszió, mint a fűtőolaj elégetésekor. Ezen túlmenően a hőhatásfok is mintegy 2 %-kal javítható.

A metanol másik lehetséges közeljövőbeli felhasználási területe a benzin adalékanyagként való alkalmazása. A metanolt alapvetően négy módon lehet motor üzemanyagként felhasználni:

- hagyományos motor üzemanyaghoz történő hozzákeveréssel,
- üzemanyagként tiszta metanolt használva,
- a metanol benzinné történő átalakításával,

- a metanol MTBE-ré való átalakításával, amelyet kopogásgátlóként adalékolnak a benzinhoz.

Célszerű e lehetőségek részletes áttekintése. Amint azt számos, hagyományos motorokkal végzett kísérlet bizonyította, a metanolt benzin adalékanyagaként felhasználva, a benzin fajtájától függően, egészen 20 %-ig terjedhet a metanol részaránya anélkül, hogy a motort vagy az ahhoz tartozó segédberendezéseket bármilyen módon át kellene alakítani. A hidegindítással és a porlasztóval kapcsolatos, valamint a fázisok elválásából adódó problémák mégsem küszöbölhetők ki teljesen. Ezen nehézségek leküzdésére az adott körülmények között magasabb alkoholok adalékolására van szükség. Neves járműgyártók folytatnak jelenleg vizsgálatokat olyan motorokkal, amelyeket tiszta metanollal üzemeltetnek. Bár a tiszta metanol is alkalmas üzemanyagnak, ennek a felhasználási területnek a jövőben csekélyek az esélyei, mivel ehhez új motorok kipróbálására, valamint a szállítási és elosztási problémák tisztázására lenne szükség.

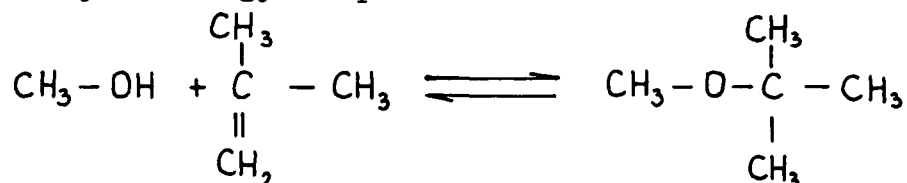
A metanol magas oktánszámú benzinné való átalakítását műszakilag a Mobil cég által kifejlesztett MTG-eljárás tette lehetővé. Számítani lehet arra, hogy már a közeljövőben rendelkezésre fognak állni azok a műszaki adatok, amelyeket ipari nagyságrendű létesítmények üzemeltetése során gyűjtöttek. Ez az eljárás jelenti a megoldást mindazokra a problémákra, amelyek a metanolnak motor-üzemanyagként, vagy adalékanyagként való alkalmazásával kapcsolatosak.

Annak ellenére, hogy a termikus átalakítási tényező csupán 90 %, az eljárás rendkívül ígéretes. Jelenleg kísérleti üzemekben folyik ezen eljárás továbbfejlesztése, például a Lurgi cégnél is.

A negyedik változathoz, a metanol MTBE-ré történő átalakításához már több, gyakorlatban kipróbált eljárás is ismeretes. Az MTBE-t mind nagyobb mértékben használják oktánszámjavításra az ólom helyett, mivel az utóbbinak a felhasználását környezetkárosító hatása miatt világszerte erősen korlátozzák. A metanol olyan nagy oktánszámú komponens, amely különösen gazdaságosan alkalmazható, csupán szerény beruházást igényel és a környezetet nem károsítja. Egy tonna MTBE előállításához körülbelül 0,4 tonna metanol szükséges. Az oktánszám növelésére az ólommentes benzinnel maximum 20 % MTBE adható. Az Egyesült Államok MTBE-gyártó kapacitása 1980-ban évi 500000 t volt, és úgy számítják, hogy ez a kapacitás 1984-re már 1 millió t-ra emelkedik. Ausztriában Schwechatban is üzemel már az OMV-nél egy MTBE-üzem, amelynek kapacitása 50000 t/év.

Az MTBE-t az olajfinomítóknál keletkező hulladékanyagoknak is nevezhető izobutilénből, vagy izobutánból és metanoltól állítják elő. A reakció kissé exoterm és egy katalizátorként szolgáló ioncserélő gyantán zajlik le.

A folyamat vegyi képlete a következő:

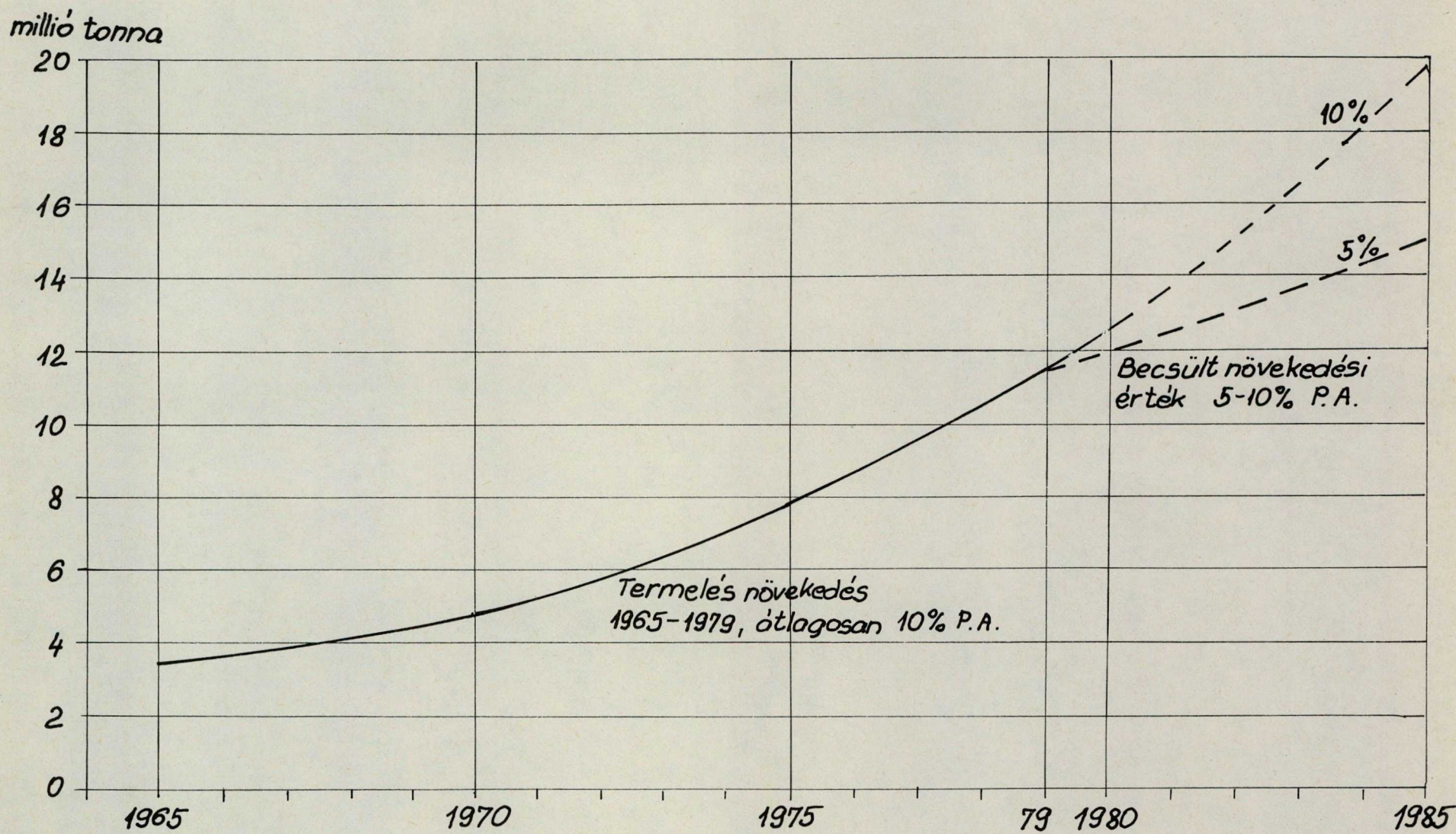


Feltételezve, hogy a metanolt kizárólag vegyipari nyersanyagként használják fel, az elkövetkező években 7-9 %-kal fog nőni a metanolszükséglet. A 14. ábra a jövőbeli metanolkeresletet mutatja be, évi 5, illetve 10 %-os növekedést feltételezve.

Számítani lehet azonban arra, hogy a nyolcvanas évek közepére évi 17,5 millió t-ra fog nőni a metanolfelhasználás, mivel a tüzelőanyagként történő alkalmazás előnyei növelni fogják a metanol iránti keresletet. Nem csupán a sokoldalú felhasználhatóság teszi érdekes vegyi anyaggá a metanolt, hanem az a tény is, hogy sokféle alapanyagból, így földgázból, olajból, szénből vagy fából is előállítható. A következő fejezetekben a metanol különböző alapanyagokból, elsősorban földgázból való előállítási módjait célszerű áttekinteni, mivel jelenleg túlnyomórészt ebből a nyersanyagból állítják elő.

4.2. A földgázbázisú metanolgyártás előnyei

A világ metanoltermelésének döntő hányada földgázból készül. A metanol földgázból történő gazdaságos előállítására modern, kisnyomású technológiák állnak rendelkezésre. A modern eljárások gazdaságosságának az az alapja, hogy a modern szintézis-technológiák 50 és 100 bar közötti nyomáson valósíthatók meg, míg a korábbi nagynyomású eljárások mintegy 350 bar-os nyomást alkalmaztak, továbbá a sűrítéshez szükséges teljes energia a folyamat közben felszabaduló hőből nyerhető.



14. sz. ábra A világ metanoltermelése 1965-1985-ig

Ha más forrásokból olcsó széndioxid áll rendelkezésre, az egy tonna metanol előállításához szükséges földgázmennyiség csökkenthető azáltal, hogy a felhasznált gázhoz széndioxidot adalékolnak.

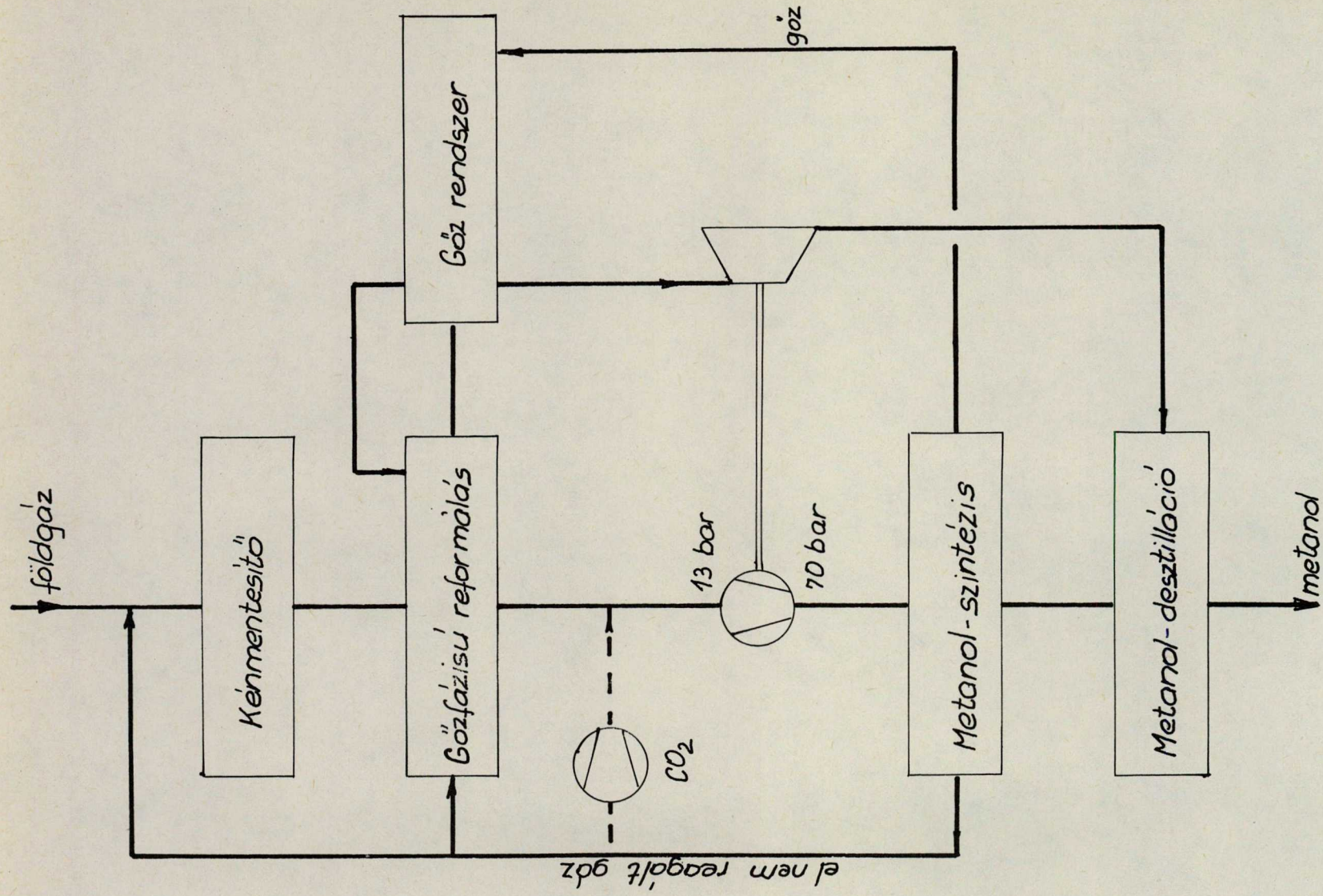
A 15. ábra a földgázból történő metanol-előállítás egyszerűsített technológiai vázlatát mutatja be egy Lurgi-féle metanolgyártó berendezésben, széndioxid hozzáadásával és anélkül.

Látható, hogy a reformer után nincs szükség gázkon-dicionálásra.

A kénmentesítés egy hidrogénező fokozatból és az utána következő cinkoxid-ágyból áll. Ez az eljárás mintegy 400 °C hőmérsékleten zajlik. Hidrogénező gázként a metanolszintézisből származó hidrogéndús derítőgáz egy részét használják. A kéntelenített földgázt folyamatgőzzel keverik, majd további felfűtés után a gőzreformerbe vezetik.

A reformercsővek nagy aktivitású nikkkel-katalizátorral vannak feltöltve, és kívülről fűtik őket. A reformer fűtésére elsősorban a metanolszintézisből származó derítőgázt használják, amelyhez szükség esetén földgázt adagolnak.

A reformer hulladékhő-hasznosító rendszerében történik a földgáz, az égéslevegő és a tápviz előmelegítése, valamint a gőzellátás és a túlhevítés is.



15 sz. ábra Metanolgyártás földgázból

A Lurgi-féle metanolszintézisben termelt nagynyomású gőzt szintén a reformer hulladék hő-hasznosító rendszerében hevítik túl. A túlhevített gőz szolgál a szintézisgáz- és a körfolyamatgáz-kompresszor hajtására, de fel lehet használni a füstgáz-ventillátor, a levegőbefúvó és a kazántápvíz-szivattyú hajtására is. Az energia optimális hasznosítása után a reformer és a metanoldesztilláló számára szükséges folyamatgőzt a kívánt nyomáson a hajtó turbinákból vezetik el.

4.3. Metanol előállítása a hazai, nagy inerttartalmú földgázokból

Az elmúlt két évtizedben feltárt hazai inerttartalmú gázkészletek jelentősek. 18 Gm³-re tehető az az ipari készlet, melynek olyan nagy a CO₂ és N₂ tartalma, hogy az országos távvezetékben való értékesítése nem, vagy nehezen oldható meg. Célszerű lenne ezt a nagy mennyiségű készletet minél kevesebb ráfordítással hasznosítani. Célravezető felhasználás csak az lehet, ha a gáz szénhidrogén és CO₂ tartalmát egyaránt értékesíteni lehet, hiszen így a karbontartalom mindkét formája hasznosul. A figyelembe vehető technológiák közül legalkalmasabbnak a metanol gyártása tűnik, mert a szintézis alapanyaga 25 % körüli CO₂-t tartalmazó földgáz is lehet. A kis fűtőértékű, nitrogént tartalmazó gázok pedig felhasználhatók a metanolszintézis energiaszükségletének fedezésére.

A hazai metanolgyártás megvalósítását sürgeti az az irányzat, hogy a szerves kémiai szintézisek bázisának kőolajról földgázra, /majd később esetleg szénre/ való áthelyeződése folytán a metanol, mint metánszármazék, univerzális szintézis alapanyaggá válik. A metanol felhasználási területe igen tág lehet, hiszen nemcsak petrokémiai szintézis alapanyagaként, hanem a szintetikus fehérjegyártás alapanyagaként is alkalmazható /35/.

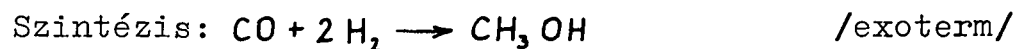
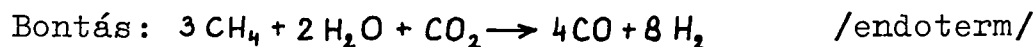
A metanol energetikai felhasználása terén, mivel a közvetlen motorhajtóanyagkénti felhasználás a gépkocsik jelentős szerkezeti és anyagminőségbeni változtatását vonná maga után /36/, a metanol katalitikus úton, benzinszerű szénhidrogénekké való átalakítása lehet perspektivikus megoldás. Bár ilyen célra eddig egyetlen eljárást dolgoztak ki, a Mobil Oil cég MTG technológiájának ezideig ismertté vált műszaki és gazdasági adatai lehetővé teszik egy hasonló technológiájú hazai üzem megvalósíthatóságának vizsgálatát.

4.4. A metanolgyártás technológiai folyamata

A metanolgyártáshoz szinte minden széntartalmú anyag szóba jöhet. Jelenleg a metanol 70-75 %-át földgázból állítják elő, s a következő tíz évben nem várható lényeges változás. A folyékony szénhidrogén alkalmazása jelentősen visszaszorul, ezt a hányadot azonban pótolhatja a kőszénalapú gyártás terjedése.

Hazai lehetőségeink ismeretében 1,0 és 2,6 millió t/év közötti metanolgyártási kapacitás kiépítése jöhet szóba, melyre alapozva évi 0,4-1,0 millió t/év motorbenzin előállítására nyílna lehetőség. Ehhez 260-680 millió m³/év inertes földgáz /65 % CO₂+33 % CH₄/ és 760-2000 millió m³/év tiszta szénhidrogéngáz szükséges nyersanyagként. Az utóbbiból 260-660 millió m³ kiváltható éghető inertes gázzal /37/.

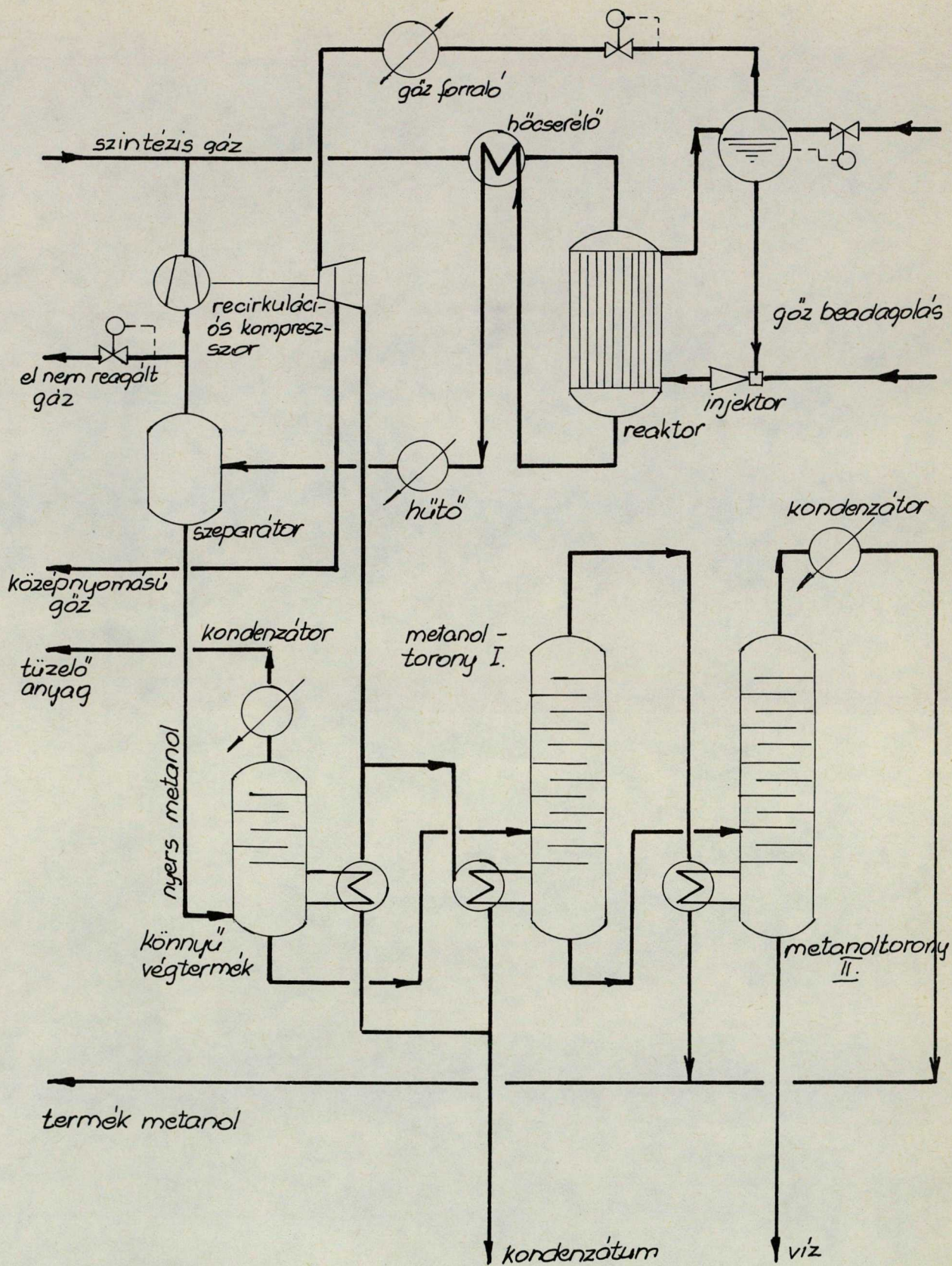
A metanol előállítása két jól elkülöníthető folyamatból áll, a szintézisgáz gyártásból, valamint a szintézisgázt metanollá konvertáló folyamatból. A lejátszódó kémiai folyamatok a következők:



Mindkét reakció katalizátor jelenlétében, nyomás alatt megy végbe. A bontás nyomása 100-200 bar, hőmérséklete 800-1100 °C. A szintézis 300 °C körül, 40-80 bar nyomáson játszódik le.

A világpiacon rendelkezésre álló kisnyomású metanolgyártási eljárások között említésre méltó a Lurgi-eljárás, amelyben csöves reaktort alkalmaznak. Ez nagyon gazdaságossá és könnyen felhasználhatóvá teszi a technológiát.

A 16. ábra a Lurgi-féle kisnyomású metanolszintézist mutatja be az utána következő gőztakarékos metanol-desztillációval együtt.



16. sz. ábra Lurgi-féle alacsony nyomású metanol-szintézis



A szintézisgáz-előállító berendezésből kilépő szintézisgázt egy turbina által hajtott kompresszor sűriti össze a szintézisnyomásra. Az át nem alakított cirkuláltatott gázt és a szintézisgázt a termék-gázzal szemben áramoltatva hevítik fel a reakcióhőmérsékletre és juttatják be a szintézisreaktorba.

A hidrogénnek a szénmonoxiddal és széndioxiddal lezajló exoterm reakciója, amelynek során metanol keletkezik, a katalizátorral töltött csövekben történik. A felszabaduló reakcióhőt gőz előállítására használják fel. A katalizátor hőmérsékletét a csövek körül elpárolgó kázanviz gőznyomása szabályozza, biztosítva, hogy a rézkatalizátor ne hevüljön fel 270 °C feletti hőmérsékletre. A 270 °C-nál magasabb hőmérséklet a réz ujrakristályosodását, a katalizátor idő előtti öregedését okozná.

A reaktor kialakításból és a katalizátor hőmérsékletnek a gőznyomással történő szabályozásából a következő jelentős előnyök adódnak:

- a katalizátor hőmérséklete rendellenes üzemi körülmények, vagy üzemkimaradás esetén is állandó,
- a katalizátor kimélő használata a túl magas hőmérsékletek és a hirtelen hőingadozások elkerülése révén,
- a reakcióhő szinte teljes felhasználása nagynyomású gőz előállítására,

- nagy flexibilitás a szintézisgáz CO- és CO₂-tartalmának változása esetén. Ugyanabban a reaktorban minden nehézség nélkül feldolgozható nagy CO₂-koncentrációjú és ezáltal kevés felszabaduló reakcióhőt eredményező, illetve magas CO-koncentrációjú és így nagyobb reakcióhőjű szintézisgáz is.

A reaktorból kilépő gáz 6 %-ig terjedő arányban tartalmaz metanolt, és hőjének jelentős részét egy hőcserélőben a reaktorba belépő gáznak adja át, mielőtt levegővel és/vagy hűtővízzel környezeti hőmérsékletre hűtenék le. A levált metanolt elválasztják az át nem alakított recirkuláltatott gáztól és a metanol-desztillálóba vezetik be. Az inertgáz feldúsulásának megakadályozására az át nem alakított gáz egy részét kivonják a körfolyamatból. A kazánvizet egy természetes keringtetőrendszeren keresztül vezetik be a reaktorba. A gőzdob a reaktor tezején helyezkedik el.

A katalizátor nagyfokú szelektivitása következtében a nyers metanol csak nagyon kevés mellékterméket tartalmaz. A könnyen párolgó melléktermékeket a kisnyomású gőzzel fűtött könnyűpárló oszlop fejtermékeként választják le. A 7 bar nyomással üzemelő első tiszta metanol-oszlopban a tiszta metanol mintegy 50 %-át lehet fejtőzként kierni. A metanol fennmaradó részét, a nehezen párolgó alkotórészekkel együtt a második tiszta metanol-oszlopba vezetik, amely légköri nyomáson üzemel.

A második tiszta metanol-oszlopban a fennmaradt metanolt desztillálás útján különítik el a nehezen párologó melléktermékektől.

A csupán egyetlen tiszta metanol-oszloppal üzemelő berendezéshez képest ezzel a technológiai megoldással egy 1000 t/d kapacitású metanolgyártó berendezésben mintegy 165000 t/év kisnyomású gőzt lehet megtakarítani. Ez 6 \$/t áron számolva évi mintegy egymillió dollár megtakarítást jelent.

4.5. Magas oktánszámú benzin gyártása metanolból

/Mobil-eljárás/

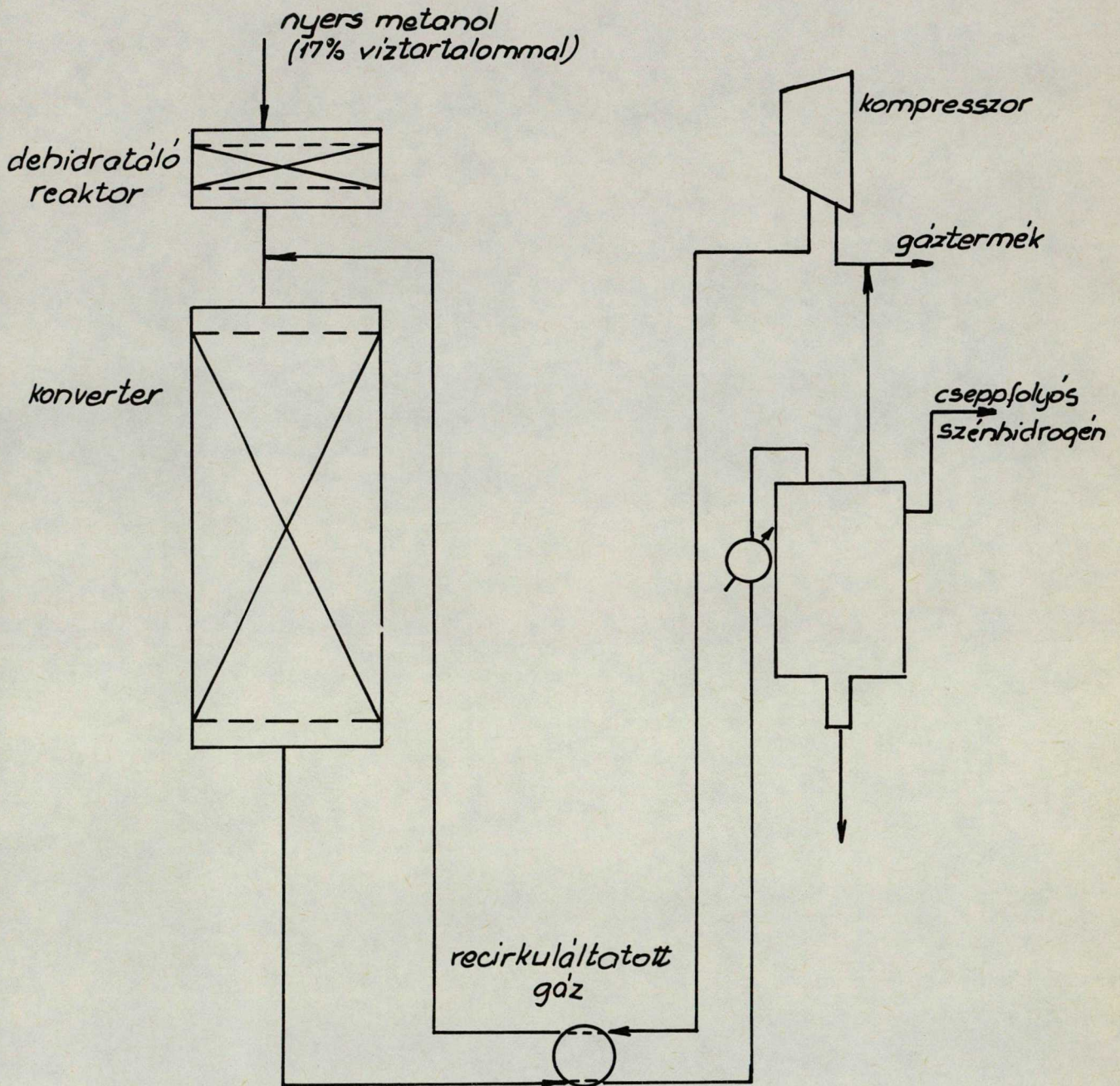
A Mobil-eljárás olyan katalitikus folyamat, mely lehetővé teszi nagy oktánszámú benzin ipari gyártását metanolból kiindulva. Olyan alifás és aromás szénhidrogének előállítására alkalmas, melyek forráspontja 75-80 %-ban a motorbenzin desztillációs tartományába esik. Az eljárás-hoz formaszelektív, speciális ZSM-5 jelű zeolit katalizátort alkalmaznak.

A folyamat sémája a következő:

- a metanol átalakulása vízkilépéssel dimetiléterre,
- a dimetiléterből metilénsoport és újabb vízmolekula képződése,
- olefinképződés a metilénsoportok polimerizációjával,
- az olefinlánc gyűrűvé záródása,
- hidrogénvándorlás nafténről az olefinre,
- paraffinok és olefinek izomerizációja.

Az előállított szénhidrogének 80,9 %-a C_5-C_{10} benzinkomponens, 17,8 %-a pedig C_3-C_4 komponensekből álló cseppfolyós gáz. Megfelelő illékonyágú benzin kialakításához a n-bután egy részét a benzinben kell hagyni. Ezen a módon az összes benzinhozam a szénhidrogén termékek közel 85 %-ára növekedik. Azonfelül a megmaradt C_3 - és C_4 -gázok között az olefinek és az izobután megfelelő egyensúlyban vannak ahhoz, hogy belőlük alkilezéssel további nagy oktánszámú benzin legyen előállítható. Ennek a műveletnek a bevezetésével csaknem 90 % benzinhozam érhető el. A még megmaradt 10 % nagyrésze értékes cseppfolyós gáz /LPG/. A hozam az üzemi viszonyok és a katalizátor tulajdonságainak módosításával változtatható. A benzin oktánszáma azonban minden esetben magas, ólmozatlanul 90-100 között van.

A Mobil eljárás egyszerűsített folyamat sémája a 17. ábrán látható. Az első lépésben a metanol dimetiléterre dehidratálódik, ezután következik a szénhidrogén-szintézis, majd a termékszétválasztás. Az eljárás a metanolt sztöchiometrikus hozammal szénhidrogénekké /44 %/ és vízzé /56 %/ konvertálja. Az eljárás főbb technológiai paramétereit az 5. táblázat mutatja, a Mobil-eljárással közvetlenül kapott benzinfrafrakció jellemzőit pedig a 6. táblázat foglalja össze. A táblázat egyik leglényegesebb adata, hogy a kapott motorbenzin kísérleti oktánszáma adalék nélkül 96,8 /38/.



17. sz. ábra A Mobil-eljárás folyamatábrája

5. sz. táblázat

A Mobil-eljárás technológiai paramétereit

Főbb paraméterek	Jellemző érték
A reaktorba belépő metanol hőmérséklete, °C	360
A reaktorból kilépő anyag hőmérséklete, °C	416
Nyomás, bar	32
A recirkuláló anyagáram molaránya	9
Térsebesség, h ⁻¹	2

6. sz. táblázat

A Mobil-szintézisben keletkezett benzinfrafrakció jellemzői

Megnevezés	Jellemző érték
Sűrűség, g/ml	0,73
Durol tartalom, mól/mól	0,038
Forráspont-tartomány °C /10-90 %/v/v//	47-169
Kísérleti oktánszám /adalék nélkül/	96,8
Moláris tömeg	93
Reid gőznyomás, kPa	62
Aromás tartalom mól/mól	0,368

Összefoglalás

A kombinatív energiapolitikai stratégia meghatározta a földgáz szerepét a népgazdaság jelenlegi helyzetében és távlati fejlesztési időszakára egyaránt.

Értekezésemben elemeztem a hazai földgáztermelés vertikumának jelenlegi helyzetét és továbbfejlesztésének irányait. A kombinatív energiapolitikai stratégia koncepció szerint a hazai földgáz felhasználásában növekszik a nagyobb hatékonyságú hasznosítás aránya, így elsősorban a lakossági és vegyipari célú felhasználás.

Részletesen elemeztem a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat gázfeldolgozó üremeiben a cseppfolyós gáztermékek kinyerésének növelése és választékuk bővítése céljából végrehajtott és megvalósítás alatt álló műszaki intézkedéseket. Vizsgáltam az új izo- és normál gáztermék frakciók exportképességét és hazai petrokémiai hasznosítási lehetőségeit.

Összefoglaltam a hazai földgázbázisú etán-etilén-gyártás megvalósítására kidolgozott koncepciókat. Elemeztem az etánbázison előállítható köztes illetve végtermékek külföldi és hazai hasznosításának lehetőségeit.

Megvizsgáltam a földgáz alapon történő metanolgyártás technológiai folyamatait. Ezen belül kiemelten foglalkoztam a magas CO₂ tartalmú földgázok metanol gyártási alapanyagként való hasznosításával.

Áttekintettem a metanol felhasználásának főbb irányait, különös tekintettel a motor hajtóanyagként történő alkalmazás lehetőségeire, és azok kiszélesítésére a metanol átalakítása révén.

Az értekezés témaköréből az alábbi publikációk készültek:

1. Pápa Aladár: A kőolaj- és gáztermelés mérési és automatizálási helyzetének elemzése az NKFV-nél.
OMBKE XII. Vándorgyűlés előadásainak tömörítője 1972.
2. Pápa Aladár és társai: Eljárás és berendezés csőtisztító szerszámok kutak folyóvezetékeibe történő bejuttatására /Ljsz 165971/
Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítő,
Bp 1974. N^o 6.
3. Pápa Aladár: Korszerű kútkiképzési elvek és termelőberendezések telepítési kérdései lakott területen
Kőolaj és Földgáz Bp 1976. N^o 10.
4. Pápa Aladár és társai: Eljárás a mélyhőmérsékletű olajabszorpciós üzem aktuális hűtési hőmérsékletét meghaladó dermedéspontú mezőkondenzátumot tartalmazó kútáram feldolgozására /Ljsz. 177359/
Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítő,
Bp 1981. N^o 3.



5. Pápa Aladár: A földgáz és PB gáz termelés szerepe
a hazai energiaellátásban
23. Országos Gázkonferencia Sopron, 1983.
6. Pápa Aladár - Bartha Gyöngyi: A magas CO₂ tartalmú
földgáz termelése és hasznosítása
/A Gáz Világkongresszusra beterjesztett
előadás/ München, 1985.

Irodalom

1. Kapolyi László: Energiagazdálkodási célkitűzések, különös tekintettel a VI. ötéves tervre
Energiagazdálkodás Bp 1981. N^o 6.
2. Kapolyi László: Nyeresanyag- és energiagazdálkodásunk
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Bp 1984.
3. Kapolyi László: Hazánk nyersanyag- és energiaellátása
a megváltozott világgazdasági helyzetben
Kőolaj és Földgáz Bp 1982. N^o 10.
4. Zsengellér István: A hazai szénhidrogénipar helyzete
és fejlesztésének távlatai
Kőolaj és Földgáz Bp 1984. N^o 8.
5. dr. Bán Ákos: Magyarország gázellátásának helyzete és
várható fejlődése
Energiagazdálkodás Bp 1982. N^o 5.
6. Pápa Aladár: Korszerű kútkiképzési elvek és termelő-
berendezések telepítési kérdései lakott te-
rületen
Kőolaj és Földgáz Bp 1976. N^o 10.
7. Pápa Aladár és társai: Eljárás és berendezés csőtisz-
tító szerszámok kutak folyóvezetékeibe tör-
ténő bejuttatására /Ljsz. 165971/
Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítő,
Bp 1974. N^o 6.

8. Valastyán Pál és társai: Eljárás és berendezés hideg-szeperációs földgázelőkészítésnél propán, butánok és pentánok kinyerésének növelésére /Ljsz. 177011/
Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítő,
Bp 1980. N^o 3.
9. Pápa Aladár - Bartha Gyöngyi: A magas CO₂ tartalmú földgáz termelése és hasznosítása /A Gáz Világkongresszusra beterjesztett előadás/ München, 1985.
10. Algyői olajkiszérő- és hulladékgázok kénhidrogén mentesítése
Olajipari Fővállalkozó és Tervező Vállalat
Bp 1984.
11. Dr. Bólyai Zsuzsanna: Földgáz bázisú etán-etilén-polietilén gyártó vegyipari komplexum létesítése vegyes vállalati konstrukcióban
Intercoop Bp 1984.
12. Pápa Aladár: A földgáz és PB gáz termelés szerepe a hazai energiaellátásban
23. Országos Gázkonferencia Sopron, 1983.
13. Kulijev A.M. Sihalizade P.D., Valastyán Pál:
A mélyhűtéses abszorpciós technológia intenzifikálása
Kőolaj és Földgáz - 1981. N^o 11.

14. Alijeva L.B., Katnin R.J.: Isszledoványije déjsztvijá depresszátorá NII. na temperaturu zasztuványijá i parafinootlozsenyije iz gazokondenzátov i neftyej
VNYIIE Gazprom Moszkva 1977. N^o 2,14-18.
old.
15. Pápa Aladár és társai: Eljárás a mélyhőmérsékletű olajabszorpciós üzem aktuális hűtési hőmérsékletét meghaladó dermedéspontú mezőkondenzátumot tartalmazó kútáram feldolgozására /Ljsz. 177359/
Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítő
Bp 1981. N^o 3. 169-170. old.
16. Valastyán Pál és társai: Kapcsolási elrendezés olajkomponenseket is tartalmazó földgáz feldolgozására /Ljsz. 177244/
Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítő
Bp 1981. N^o 8. 110. old.
17. Timár Lajos: Mastep - Sequential and Simultaneous modular algorithm in a flowshoeting programme
Paper to be presented on Proc. of. 13.
th. EFChE Symp. on Computer Application
in Chem. Eng.
Héviz, Hungary 1980.

18. Wang J.C. Henke G.E.: Tridiagonal Matrix for
Distillation Hydrocarbon Processing, 1966
Vol 45 N^o 8 pp 155-163.
19. Sujata A. D.: Abszorber - Stripper Calculations
Made Easier Hydr. Process 40/12/137. 1961.
20. L. Timár and J. Edes: Combination of selecte algo-
rithmus for multistage Separation problems
Hungarian Journal of Industrial Chemistry
Veszprém vol 9. pp 16-181. 1981.
21. Valastyán Pál: A hatékonyság növelés lehetőségei
az SZKFL Gázüzemeiben
OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vizszakosztály
XVIII. Vándorgyűlés előadásainak tömörít-
ményei. Pécs, 1979. 195-197. old.
22. Pető László: Kondenzátum feldolgozás a bázisüze-
mekben
OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vizszakosztály
XVIII. Vándorgyűlés előadásainak tömörít-
ményei. Pécs, 1979. 166-168. old.
23. Cseppfolyós szénhidrogén termékválaszték bővítési
lehetőségének vizsgálata
Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vál-
lalat, Szolnok, 1978.
24. Cseppfolyós gáztermékek petrolkémiai hasznosításá-
nak vizsgálata
OLAJTERV Bp 1980.

25. Észak-Afrika és Közel-Kelet propán-bután termelő
üzemeinek fejlesztései
International Hydrocarbon Processing
1980/II, VI.
26. dr. Siklós János - dr. Timár Lajos - Bácskai Sándor:
Etán-előállító üzem létesítésének vizsgálá-
lata etilénalapanyag termelése céljából
1986-2000-ig MÁFKI Veszprém, 1984.
27. Csákó Dénes - Valastyán Pál - Beliczai László:
Hazai földgázbázisú etán - etilényártás
konceptiós lehetőségei
Zártkörű Nemzetközi Szimpózium Héviz,
1979. /21/
28. Fisman L.L., Bergo D.G.: Tehnicseszkije predlo-
zsenija po vüdeleniju na Szegedszkom
zavode etanovoj frakcii
VNIIGAZ, Moszkva 1984.
29. Inter Cooperation CO.LTD: Ethane polyethylene
complex, Technical proposal, August
1983. TECHNIP
30. Technical proposal for a 100000 MTY low density
polyethylene plant /Single line/ at
Szeged for Intercoperation-Budapest,
LITWIN, 1983.
31. Foster Wheeler International Corporation:
Cooperation with FW and BP, July 27,
1984.

- ✓ 32. A hazai földgázok etántartalmának hasznosítása etilén és polietilén gyártására
VEGYTERV, Bp, 1982.
- ✓ 33. A hazai földgázok etántartalmának hasznosítása etilén és polietilén gyártására c. tanulmány összefoglalása
VEGYTERV, Bp 1982.
- ✓ 34. Falch Gerhard, Krug, Günther: A metanol - vegyipari nyersanyag és energiahordozó
Műszaki Tudományos Szimpózium Bp 1984.
- ✓ 35. A metanolipar távlatai Magyarországon
SZKFI Bp 1982.
36. Az alternatív motor hajtóanyagok és a motor hajtóanyagok fogyasztási struktúráját befolyásoló járműfejlesztések perspektívái
SZKFI Bp 1981.
37. Motor hajtóanyag előállítása szénbázison
SZKFI Bp 1981.
38. 750 mt/d Methanol Plant prepared for Chemokomplex,
Budapest - Hungary by UHDE GMBH,
Dortmund, FRG.

<u>Tartalomjegyzék</u>	Oldal
Bevezetés	2
1. Magyarország földgáztermelési vertikumának jelenle- gi helyzete és a továbbfejlesztés lehetőségei	7
1.1. Gáztermelő és gyűjtőrendszer	7
1.2. Nyomásfokozó kompresszortelepek	10
1.3. Földgázelőkészítő eljárások	11
1.4. Földgázfeldolgozási eljárások	14
1.5. Terméktárolás	15
1.6. Távvezetéki szállítás, föld alatti gáztároló .	16
2. A cseppfolyós gáztermékek szerepe a hazai petrol- kémiai nyersanyagbázis kiszélesítésében	18
2.1. A földgázból előállított cseppfolyós gáztermé- kek kinyerési hatásfokának növelése a gázfel- dolgozó üzemekben	18
2.2. A cseppfolyós gáztermék-választék bővitési le- hetőségei	26
2.3. A cseppfolyós gáztermékek petrolkémiai haszno- sítása	33
3. Hazai földgázbázisu etán - etilén és kissűrűségű polietiléngyártás lehetőségei	41
3.1. Az etán - etilén gyártás nyersanyag bázisa ...	41
3.2. Etán - etiléngyártó üzemek technológiája	43



3.3. Kissűrűségű polietilén üzem technológia folyamata	50
3.4. Az etán - etilén - polietilén gyártási koncepciók gazdaságosságának elemzése	54
3.5. Az etán hazai hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata	58
4. A földgáz metántartalmának hasznosítási perspektívái .	60
4.1. A metanol, mint vegyipari nyersanyag és energiahordozó	60
4.2. A földgázbázisú metanolgyártás előnyei	67
4.3. Metanol előállítása a hazai, nagy inerttartalmú földgázokból	71
4.4. A metanolgyártás technológiai folyamata	72
4.5. Magas oktánszámú benzin gyártása metanolból /Mobil-eljárás/	77
Összefoglalás	81
Irodalom	84
Tartalomjegyzék	90