

72211
MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FÖLDRAJZTUDOMÁNYI KUTATÓ INTÉZET

Gazdaságföldrajzi Dokumentáció

13. sz.

AZ ENERGIAFELHASZNÁLÁS LÉGSZENNYEZŐDÉSI PROBLÉMÁI

1973.

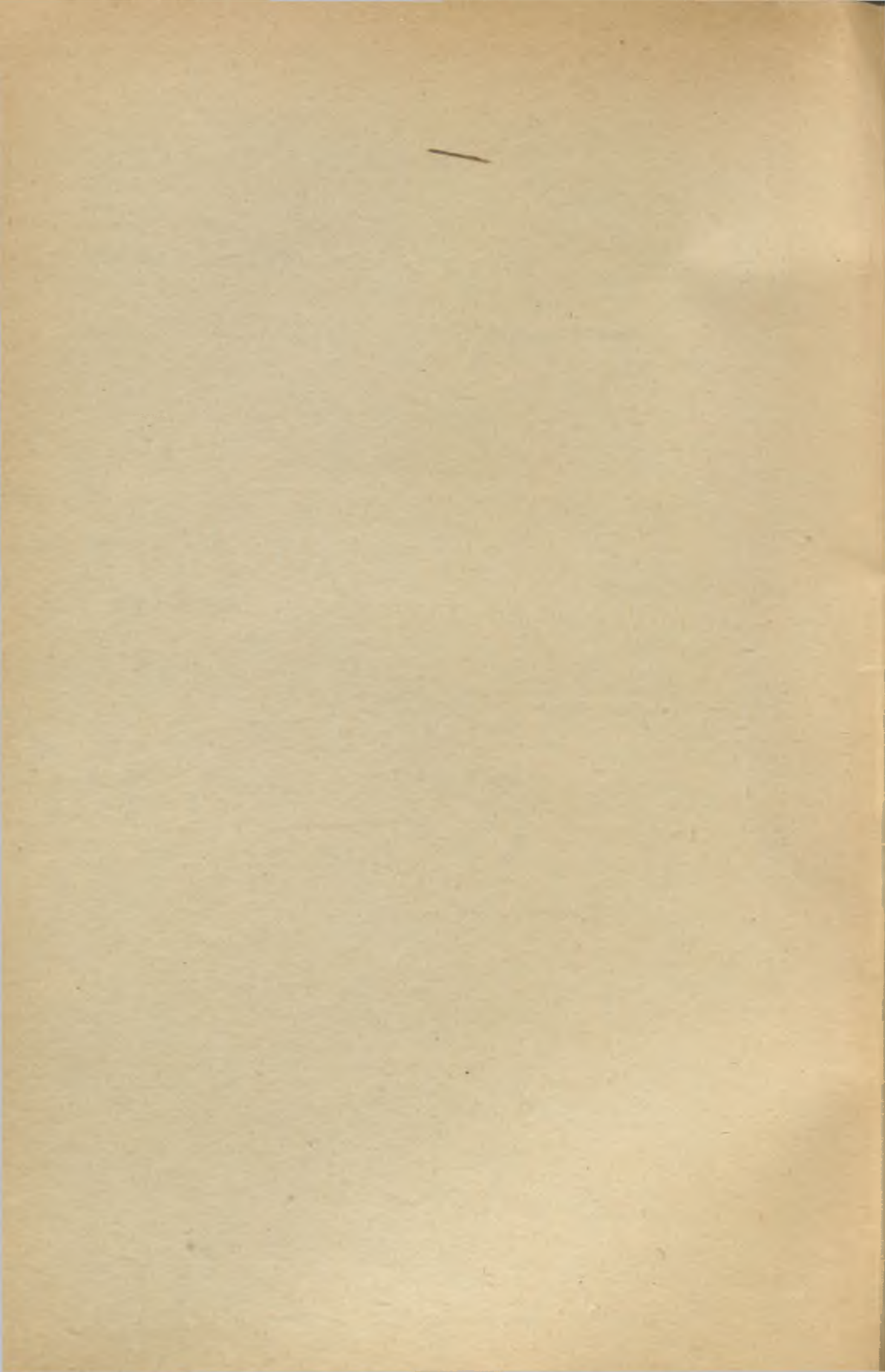
Összeállította

Dr. Borai Ákos

MAGYAR TUDOMÁNYOS
AKADÉMIA
FÖLDRAJZTUDOMÁNYI
KUTATÓ INTÉZET

B u d a p e s t

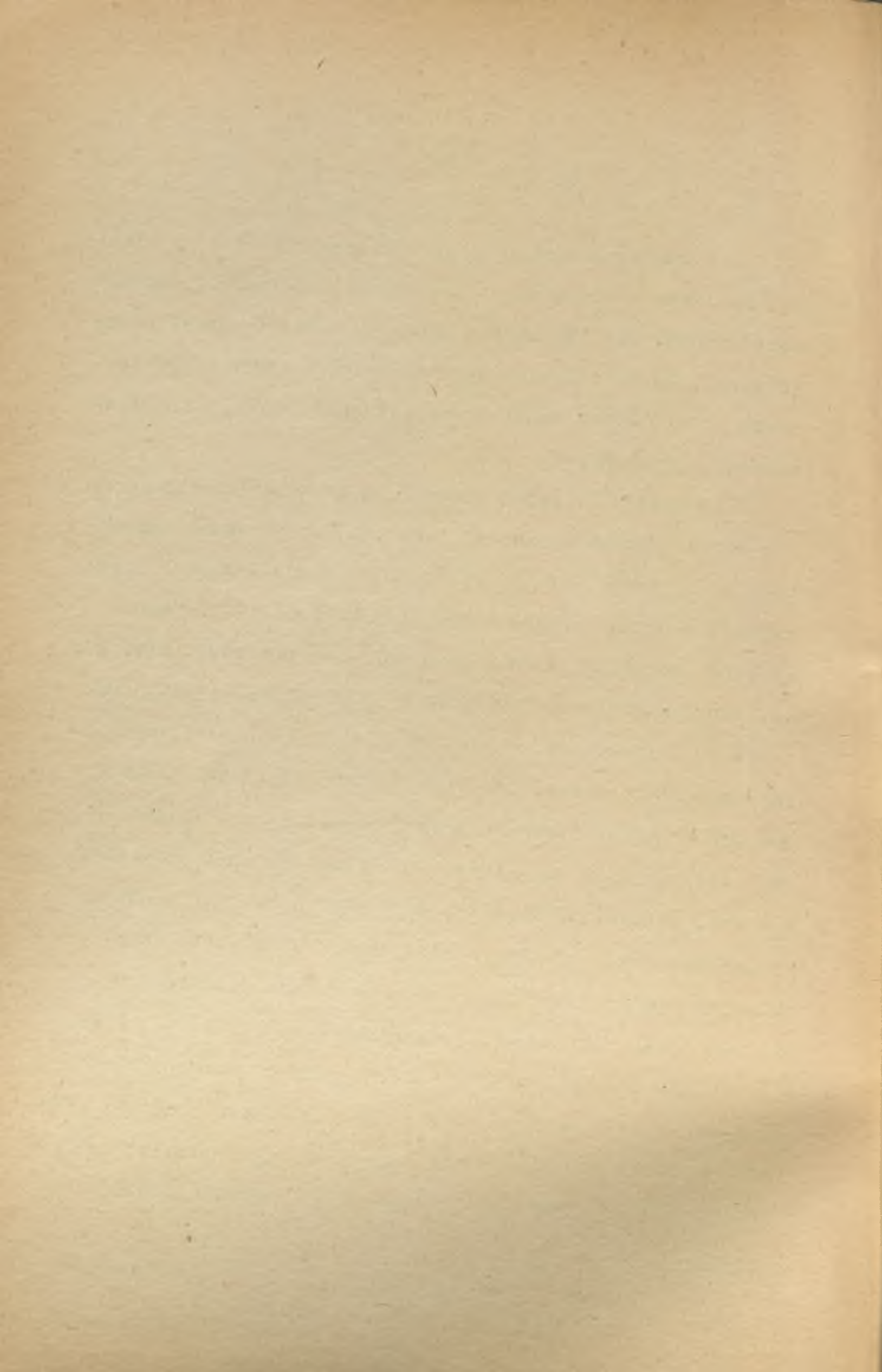
1973.



E L Ő S Z Ó

Az energiagazdálkodás levegőszennyezéséről készített összeállítás a mindennapi ujságolvasó információs anyagát tartalmazza. Nem tekinthető tehát tudományos igényű szintézisnek. Ennek ellenére a rendszerezett anyag többé-kevésbé átfogó képet nyújt az energiagazdálkodás környezetvédelmi problémáiról.

Az összeállításból kiderül, hogy a levegőszennyezés káros következményeivel évek óta foglalkoznak hazánkban. Az egyidejű, átfogó vizsgálatok műszaki-anyagi feltételei azonban korántsem kielégítőek. Noha 1971. január hó 1-től kezdődően a vállalatoknak - a 2008/1971. III. 17. sz. kormányhatározat értelmében - légszennyezési alapjáru-
lékot kell fizetniök, a mintegy 96-féle szennyező anyag /acetaldehid, aceton, acetofenon, akrolein, stb./ megengedhető koncentrációjának / mg/m^3 / vizsgálatára, egyazon üzem emissziójának strukturális felmérésére csak kivételes esetben, alkalmilag kerülhet sor. Első lépésként tehát a levegőszennyezés okának, nagyságának és összetételének, valamint időszakos jelentkezésének egyedi feltárására kellene törekedni műszeres vizsgálatok segítségével, hogy a környezetvédelemmel kapcsolatos teendők rangsorolhatókká váljanak. Fontos feladat lenne a technológiai feladatok jellegének és beruházási következményeinek feltárása is, amely nélkül hatékony környezetvédelem aligha képzelhető el.



I.

A KÖRNYEZETI ÁRTALMAK ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

1/ A környezetvédelem korunk aktuális problémája, amely hatékony társadalmi összefogást követel meg. "Amennyiben e téren nem készülünk fel rövid időn belül a radikális megoldásokra - mondja GÁBOR DÉNES nóbeldi-jas tudós-futurologiai szempontból már csak a tragédia konstatálására nyílik lehetőség". Borulató véleményét sokan osztják. A környezeti ártalmakat ugyanis azon "... veszélyességi csoportba sorolják, amelyek - ha nem alkalmaznak ellenük idejében megfelelő intézkedéseket - világméretű katasztrófához vezethetnek". 1

Ezért U. THANT az Egyesült Nemzetek Szervezetének volt főtitkára az 1969. május 26-i közgyűlés résztvevői előtt megrázó beszédben vizolta a környezetvédelem nemzetközi összefogásának aktualitását. Drámai expozéjában joggal hangsúlyozta: "Az emberiség történelme során első ízben vagyunk tanui olyan világméretű válság kibontakozásának, amely mind a fejlett, mind a fejlődő országokat érinti". 2

A finn miniszterelnök AHTI KARSALAINEN szerint "A szennyeződési problémák nem ismernek országok közötti határokat. "Ezért a fejlődés hátrányainak felszámolása napjainkban közös gonddá vált, amelyeket csak "... együttműködéssel, közös erőfeszítésekkel lehet" megoldani. 3

Az ember és környezete elne-

ITÁLIA
FOLYÓIRAT
KÖNYVTÁR

vezésü bizottság elnöke JEVGENYIJ FJODOROV akadémikus nyomatékosan hangoztatta, hogy "... a természeti források célszerű kihasználásának és a természet védelmének problémái túlhaladják az egyes országok hatáskörét". A társadalompolitikai vetületű környezetvédelem morális feltételeit valamennyi országnak vállalnia kell. 4 "A tudományos világkép értése nélkül, a természet és az ember viszonyának átélése nélkül viszont morális instabilitás fenyegeti társadalmunkat. Egységes etikai állásfoglalás hiányában - MARX GYÖRGY szerint - a környezetvédelem érdekében tett korábbi erőfeszítések nem érik el céljukat". 5 A fejlődő országok nagyrésze ugyanis az önszennyezés jogát /Recht auf Selbstbeschmutzung/ hangoztatva "... a környezeti ártalmak ismeretében és a fejlett országokban szerzett kedvezőtlen tapasztalatok ellenére "a hagyományos környezetkárosító megoldásokat alkalmazza. 6 A tudományos-technikai megoldások ismerete tehát - önmagában véve - nem elégséges a probléma megoldásához.

A törvényes intézkedéseken alapuló felelősségrevonás - GÁBOR DÉNES megállapítása szerint - elsősorban a fejlett ipari országokban vált szükségessé. 7 Többen, így C. S. RUSSEL és H. H. LANDEBERG a nehézségek alapvető okát az egységes környezetvédelmi szemlélet hiányában látja. Véleményük szerint: "... a környezetvé-

delemmel foglalkozó szakemberek gyakran úgy fogalmazták meg mondanivalójukat, hogy az a partnerek erkölcsiségét és intelligenciáját támadta és így azokból védekező reakciót váltott ki". 8 A félreértések elkerülését szolgál-
ná a környezetvédelem legfontosabb feladatainak rengso-
rolása is.

2/ Az emberi környezet megromlásának alapvető okairól rendkívül különböző nézetek láttak napvilágot. A legál-
talánosabb vélemény szerint a környezeti válság kialaku-
lásáért a nagyarányu gazdasági fejlődést kell ludasnak
tekinteni. Ezen folyamat hátrányos következményeit FOCK
JENŐ miniszterelnök a KGST XXVI. ülészakán a következő-
képpen fogalmazta meg: "Az új technika elterjedése az
iparban és a mezőgazdaságban, az urbanizáció, a közleke-
dés gyors fejlődése következtében az ember és a termé-
zeti környezet között megbomlik az egyensúly." A je-
lentkező ártalmak közvetlenül, vagy közvetve veszélyez-
tetik a népgazdaságot, végső soron az életfeltételeket.
9 Hasonló szellemben nyilatkozott GORDON RATTRAY TAYLOR
is. Állítása szerint "... a változásoknak mennyiségi ha-
tásuk van, amely megszabja, hogy a társadalom egy adott
időben mennyire terhelhető meg. A gyors változások fe-
szültséget teremtenek, még akkor is, ha kedvező irányu-
ak ...". Ugy tűnik ezért, hogy a társadalom változásának

sebességét bizonyos mértékig az átlagos élettartam szabja meg. Ennek növekvő tendenciája fokozódó ellenállást jelent a változásokkal szemben, és az élettartam nagyobb emelkedése az alkalmazkodást sokkal, talán végzetesen nehezé teszi. Napjaink ipari társadalmának zaklatott élete főként az egymást gyorsan követő technológiai újításokból fakad. A biológiából származó társadalmi változások azonban a műszaki eredetűeknél még nagyobb terheket róhatnak ránk. Bármilyen jelentősen növekszik is a szociális átalakulások sebessége, a társadalom egész szerkezete számára súlyos megpróbáltatást jelentene, sőt teljes összeomlást is eredményezhetné". 10

A környezeti válság rendkívül összetett folyamatát a jelenségek sokrétegűségét U. THANT vázolta átfogóan. Meglátása szerint ugyanis "... a demográfiai robbanás; az erős és hatékony technológia elégtelen alkalmazkodása a környezeti követelményekhez; a megművelhető területek károsodása; a városi zónák rendszertelen kiterjedése; a hasznosítható területek kisebbedése; számos állatfaj és növényfajta kipusztulásának egyre fenyegetőbbé válása" képezi a károsodás különböző formáit. 11

A környezeti ártalmak alapvető okát az Egyesült Államokban R. M. NIXON elsősorban az állami szabályozás hiányára vezeti vissza. A Kongresszushoz intézett 1970. január hó 22-i üzenetében ugyanis leszögezi, hogy "... az

elszennyeződés elleni harc ... nem a technika haladásának, sem a népesség szaporodásának kikerülhetetlen következménye. Mialatt törvényeket fogadtunk el, amelyek megtiltották, hogy az emberek vagyonaiban kárt okozzanak, akadálytalanul lehetővé tettük, hogy kárt okozzanak környezetünkben." 12

3/ A környezeti ártalmakkal vívott eredményes harc feltételezi a reális felmérésen alapuló előrelátást és az ehhez igazodó tervezőmunkát. Joggal hangoztatja a "Korunk" c. folyóirat hasábjain BALÁZS SÁNDOR, hogy "... az ember uralmának mértéke környezete felett attól függ, hogy mennyire pontosan látja előre a világ megváltoztatására irányuló tevékenységének mind távolabbi eredményeit." Mindez olyan intellektuális tevékenységet követel meg, amely feltételezi a jövő tudományos megismerésének lehetőségét. 13 A politikai megfontolásokat figyelembe vevő, hatékony cselekvési program elkészítése rendkívül jelentős feladat, amelynek fel kell tárnia a jövőbeni fejlődés irányát a lehetőségek és az igények alapján. Ezért hangoztatja KOVÁCS GÉZA egyetemi tanár, hogy "... környezetvédelmi problémáink megoldásához ... a jövőkutató prognózisok tömege szükséges. E prognózisokban a szakembereknek fel kell tárniuk, hogyan fejlődik a különböző országokban

a környezetvédelem és milyen követelményekkel léphe-
tünk fel egymással szemben. Hasznos lenne prognózist
készíteni arról is, milyen szennyezési követelmények-
kel járhat a hazai technológiák várható fejlesztése."
A jövőkutatás tehát segítheti megoldani nehézségein-
ket, úgy hogy azok a jövőben ne termelődjenek" újra. 14

A nemzetközi összefogás kedvező lehetőségével szá-
molva JEVGENYIJ FJODOROV akadémikus bizakodóan itéli
meg az emberiség környezetvédelmét mivel: "... a fej-
lődés, amely csakugyan erősen megterheli a természeti
környezetet, egyszersmind lehetővé teszi, hogy az em-
beriség ésszerű és céltudatos kapcsolatot alakítson ki
a természet irányában." Állítása szerint azonban "...
nem elegendő a tudományos ismeretek és technikai eszkö-
zök összessége és színvonala. A megoldás csak békében,
a békés egymás mellett élés körülményei között képzel-
hető el." 15 A hatékony környezetvédelem másik alapve-
tő feltételét a "... széleskörű társadalmi " összefo-
gásban látja, amely szívós felvilágosító munkát, a dol-
gozó tömegek cselekvő közreműködését követeli meg.

Az elhangzott nyilatkozatok alapján nemcsak a kör-
nyezetvédelem jelentőségére, a nemzetközi együttműködés
szükségességére, hanem a környezeti ártalmak okainak
rendkívül differenciál értelmezésére is következtethe-
tünk.

Az idézett nyilatkozatok tanúsága szerint a hatékony környezetvédelem egyik előfeltétele a tudományosan megalapozott prognózis és akcióprogram kidolgozása.

II.

PRÓGNÓZIS ÉS KÖRNYEZETVÉDELEM

1/ A környezetvédelem rendszerelméleti alapon nyugvó első modell vizsgálatára az Egyesült Államokban került sor. Az elmúlt évtized második felében EDUARD PASTEL hannoveri prof. javaslatára ugyanis J. W. FORRESTER nagyszabású gépi számítást végzett, amely a fejlődésben szerepet játszó alapvető tényezők figyelembe vételével a világ környezeti rendszerének prognózisát volt hivatott feltárni. 16 A fejlődésben szerepet játszó 5 kulcstényező szint- és növekedési aránya alapján meghatározta a népesség számának alakulását a beruházás növekedésének nagyságát, a rendelkezésre álló energiakészletek forrásvolumenét, a szennyeződés mértékét, valamint az élet minőségének szintbeli és növekedési különbségét. Az említett tényezők mindegyikét főbb mutatóira bontotta. Így az aggregált távlati beruházási

koefficienst az élelmiszer termelésre, a szennyeződés korlátozására és az anyagi színvonal emelésére eső hányad alapján vette számításba.

A digitális számítógépen szimulált FORRESTER-féle világmodell egyszerűsített makrostrukturáját 1. sz. ábránk adja.

A sémán feltüntetett valamennyi elem integrálódik a rendszer többi állapotmeghatározó változójával. A modell feltételezése szerint a demográfiai növekedés mértékét alapvető módon az élelmiszertermelés határozza meg. Ennek kedvező lehetősége viszont a mezőgazdasági területek kiterjesztésétől, a korszerűbb termelés-technológiai eljárások alkalmazásától: vagyis megfelelő voluménü tőkeáfordítástól /beruházás/ függ. A tőke akkumulációja azonban feltételezi a nyersanyagkészletek növekvő feltárását illetve átalakítását, amely jelentős szerepet játszik a környezet károsodásában. A környezet egyre nagyobb szennyeződése viszont hátránycs hatást gyakorol az élelmiszertermelésre, a népesség számának jövőbeni alakulására.

A 2. sz. ábra a nyersanyagkészletek /R/ csökkenésének hatását szemlélteti. 16 A közölt variáció szerint a vizsgált időszakban számottevő mértékben csökken a rendelkezésre álló nyersanyagkészletek volumene, amely nagymértékben gátlóan hat a népesség számának /B/ ala-

kulására. A vázolt folyamat /R/ hátrányos hatást gyakorol a beruházási költségek alakulására is, mivel az egyre kedvezőtlenebbé váló kitermelési viszonyok következtében az ásványi nyersanyagok /energiahordozók/ fajlagos ráfordítása számottevő mértékben megnövekszik. A feltételes rendszer értelmében az emberiség életszínvonalának tetőpontját 1970-ben érte el /L/. Az optimális szintet követően az életnivó fokozatos csökkenésével kell számolni.

A 3. sz. ábra a modellvizsgálat más aspektusból végrehajtott vizsgálatának eredményét szemlélteti. 17 A diagram a környezeti ártalmak katasztrófális következményeire hívja fel a figyelmet. A növekvő beruházással /K/ járó nagyarányú ipari fejlődés ugyanis az ezredforduló után katasztrófális arányú környezeti válság /V/ forrásává válhat. A kedvezőtlen folyamat következményeként a népesség számaránya /B/ és az emberiség életszínvonala /L/ ijesztő mértékben csökkenne. A kataklizmát követő időszakban - a vizsgálat szerint - a fejlődés lehetőségei ismét kedvezőekké válhatnak. A népesség számának növekedésével egyidejűleg az életszínvonal ugrásszerű emelkedésére lehet számítani.

A válság elkerülése céljából - J. W. FORRESTER szerint - arra kell törekedni, hogy:

- a természeti erőforrások elhasználódásának mértékét 75 %-kal;

- a szennyeződési forrásokat 50 %-kal;
- a beruházások 40 %-kal;
- a születések arányszámát 30 %-kal;
- az élelmiszer termelés volumene 20 %-kal

csökkenjen a jelenlegi állapothoz viszonyítva. Csak a stabilizáció megvalósítása esetén remélhető a kataklizma elkerülése. 18

2/ A katasztrófát feltáró makroszintű modell értelmezésével sokan nem értettek egyet. GORDON TAYLOR "The Biological Time" c. munkájában a gyorsütemű változás minőségi következményeinek feltárását tartja alapvető követelménynek. A technológiai újításokat követő acceleráció mennyiségi és minőségi következményei ugyanis differenciált megterhelést jelentenek a környezet számára. A környezeti ártalmakkal kapcsolatos alkalmazkodás nem tekinthető homogén folyamatnak, ezért aggregált értékelése kifogásolható. 19

LAVELLÉN szerint a technika állandó és általános változása jelentős mértékben módosítja a termelést. A változás pozitív és negatív következményei nem egyértelműek. 20

A "The Economist" hasábjain MACRAE kifogásolja a modell vizsgálatnál alkalmazott extrapolációt, amely a minőségi változások feltételeinek elhanyagolásával megbá-

nikusan jelzi a jövőbeli fejlődés tendenciáját. Ennek igazolásaként a termelés távlati lehetőségének nagyarányu differenciáltságára hívja fel a figyelmet. Állítása szerint a világ 3,5 milliárdra tehető lakossága 1970-ben 3500 milliárd dollár bruttó nemzeti terméket állított elő. Ahhoz, hogy 2100-ban az USA egy főre eső 1970-évi 5000 \$/fő nemzeti jövedelme valamennyi országban elérhető legyen: a termelés szintjét az 1970. évi volumennek tízszeresére kellene emelni. Ez MACRAE szerint nem reális elképzelés. A termelés-technológiai eljárások kedvező alkalmazásával azonban az élelmiszertermelés jövőjét biztosítottnak látja. A természeti erőforrások /ásványi nyersanyagok/ kiaknázását ugyanakkor borulatóan itéli meg. 21 Véleménye szerint a műszaki-technológiai fejlődés által nyújtott gazdasági különbséget a jelenleginél nagyobb mértékben kell figyelembe venni.

"A növekedés határaitól" szóló tanulmányában ABELSON kifogásolja az összevont tényezők korlátozott /redukált/ számát. Ezzel kapcsolatban a demográfiai explozió területi különbségére hivatkozik. Vizsgálatai szerint ugyanis a természetes szaporodás regionális differenciája a valóságban jóval nagyobb /6:1/. Másrészt helyteleníti, hogy J. W. FORRESTER a modellben a természeti energiaforrásokat csupán az alapenergiahordozók globális készletével szerepelteti. Helyesen utal arra,

hogy az energiastruktúra dinamikus átalakulása, másrészt a technológiai hasznosítás lehetősége megkövetelné a hal-
mazállapot szerinti vizsgálatot is. 22

"The Progress that Pollutes" című tanulmányában B. COMMONER a környezeti válság okait elemezve rámutat a folyamatok vizsgálatának szükségességére. Tagadja, hogy a nagyarányú szennyeződésben a demográfiai robbanásnak, vagy a gyorsütemű gazdasági fejlődésnek lenne meghatározó szerepe. A fő okot az ipari fejlődés rendszerének alapvető átalakulásában látja. A gazdasági növekedés automatikus kivetítése a jövőbe - állítása szerint - torz eredmények forrásává válhat. A környezet romlásában a rendszerből adódó minőségi változásnak van kiemelkedő szerepe. A prognózis kutatásnak tehát vizsgálnia kell az ipari rendszerek átalakulásának szerepét, az új termelés-technológiával előállított termékek minőségi struktúráját és azok felhasználási területét. A környezeti válságból adódó feladatok a jövőben is differenciáltak lesznek. Ezzel magyarázható, hogy B. COMMONER a regionális vizsgálatok keretében a termelési folyamatoknak, a felhasználási formáknak és az elhelyezésből adódó problémáknak /műanyagok/ gondos analizisét látná kívánatosnak. 23

3/ A közölt észrevételek alapján DENNIS MEADOWS proff. a FORRESTER-féle modell fejlesztését látta szükségesnek.

A termelés-technológia változásait figyelembe vevő dinamikus modell a valóságban a környezet input-output rendszerének matematikai megfogalmazására törekszik. 24

Az input paraméterek az anyagi források közül a nyersanyag, a levegő, a víz és a talaj, a szellemi források közül a hagyomány, a technológia és a tudomány szerepét veszi figyelembe. Az output paraméterek a társadalmi tevékenység anyagi feltételei közül az élelmezés és a lakásellátottság mértékét, az egyéb tevékenység körében az oktatás és nevelés, valamint az üdülés szempontjait kívánja érvényesíteni.

A fő feladat: az output paraméterek optimalizálása. A mutatók alkalmazását azok sajátos /funkcionális/ szerepe komplikálja. A víz ugyanis az input oldalon energiaforrásként szerepel, ugyanakkor mint üdülést szolgáló közeg az output-oldal része is.

Az input-output analízis R. STONE véleménye szerint elsősorban a közvetlen kapcsolatok szimultán ábrázolását, az egyensúly feltételeinek kijelölését és a hatékonysággal kapcsolatos komparatív jellegű egységes mutatórendszer kialakítását teszi lehetővé.

A térben és időben körülhatárolt egyensúlyi állapotok tanulmányozásának rendkívüli jelentősége van. A

statikus jellegű input-output séma negatív vonása, hogy a modellben kialakult interdependenciák az előzményektől /fejlődés/ független strukturát ábrázolják. A gazdasági-társadalmi stb. folyamatok mechanizmusának ismeretében a modell olyan feltételezéssel él, mintha az ok és az okozati relációk egyszerre, az adott pillanatban - minőségi vonatkozásaiktól függetlenül - mennének végbe. A statikus modell feltételezése szerint kapacitás bővítésre, /fejlesztésre/ nincs szükség. A valóságban azonban nem korlátozható a kapcsolatok rendszere az általunk endogénnek minősített szektorok interdependenciájára.

A MEADOWS által felépített ökológiai modell - a statikus sémákkal ellentétben - a fejlődés követelményeit messzemenően figyelembe kívánja venni. Az elfogadható prognózis érdekében viszont olyan mutatók képzése válik szükségessé, amelyek a dinamikus fejlődés minőségi változásait differenciált formában reprezentálják. Minden bizonnyal elfogadhatóbb eredményre lehetne jutni, ha a térbeli tagozódás lényeges különbségeit az input-output séma tartalmazhatná. Az átfogó multiregionális input-output mérleg alkalmazása azonban rendkívül nagy körültekintést követel meg.

Az American Association for the Advancement of Science /AAAS/ által összehívott szimpózium véleménye

szerint "Az input és az output paraméterek viszonyának megállapítása bonyolult és számos tudományágra kiterjedő feladat". Mivel a prognosztikus vizsgálatok egyik központi kérdése a természeti erőforrások /ásványi nyersanyagok/ output paraméterének optimalizálása célszerű, ha ezen belül az energiahordozók kitermelésének, átalakításának és felhasználásának kapcsolatrendszerét - egy feltételezett iterációs folyamat részeként - értékeljük. Elképzelésünk helyességét J. W. FORRESTER makroszintű modellje is igazolja, amely a "nyersanyag-készleteken belül" kizárólag az alapenergiahordozókkal való gazdálkodást tekintette a kritikus világproblémák egyik meghatározó tényezőjének. A prognózis ugyanis nagy mértékben alapoz a távlati termelés /iparfejlődés/ szempontjából feltétlenül szükséges energiahordozó készletekre, amelyek igénybevétele együttal a környezeti ártalmak forrását is képezi. Kétségtelen tény, hogy a továbbfejlesztett MEADOWS-féle modell a természeti erőforrások szélesebb körével számol, ennek ellenére az input paraméterek között meghatározó szerepet szán a szilárd-, a folyékony- és a gáznemű energiahordozóknak. Noha a környezeti ártalmakban számtalan tényező játszik szerepet, az iparilag fejlett körzetekben az energiahordozók kitermelésének, átalakításának és felhasználásának negatív következményei rendkívül jelentősek.

III.

A LEVEGŐSZENNYEZÉS FORRÁSAI

A levegő szennyeződését előidéző égési /oxidációs/ folyamat melléktermékei szén-, kén- és nitrogén-oxidokból, valamint egyéb szilárd /korom, pernye stb./ és gáznemű / CH_4 / alkotórészből áll.

1/ Az oxidációs folyamat következményeként a légkörbe kerülő melléktermékek mennyisége és összetétele differenciált. Az egyre gyorsabbá váló társadalmi-gazdasági fejlődés miatt a légkörbe kerülő szennyező anyagok mennyisége számottevő mértékben megnövekedett. Ezzel egyidejűleg megváltozott az emissziót kiváltó szennyező források szerepe is.

A XIX. század közepéig az emberiség energiaszükségleteinek nagyrészt az erdőségek fája szolgáltatta. A szén felhasználása az ipari forradalom kibontakozásával vált az energiatermelés legfontosabb forrásává. A XX. században viszont a szilárd halmazállapotú energiahordozók mellett rendkívüli mértékben megnövekedett a folyékony és a gáznemű szénhidrogének hasznosítása. A II. világháború után - a nagyarányú technikai fejlődés következményeként - napirendre került az atomenergia felhasználása is.

Az energiaigény hatalmas arányu növekedésével, az energiamérleg forrás strukturájának dinamikus átalakulásával a területi felhasználás koncentrációja egyre szembetűnőbbé vált. Az ipari fejlődésben élenjáró országok lakosságának nagyvárosokba való tömörülése, hatalmas ipari központok, körzetek kialakulása viszont az ember környezetének károsodásához vezet.

A vázolt folyamat ismeretében a szakemberek nagyrésze az energiahordozókat tekintve a lépköri szennyezés okának.

Az Egyesült államokban - J. GUY FARTHING felmérése szerint - 214,2 millió tonna szennyező anyag került /1968/ a levegőbe. Ennek 64,9 %-át az energiahordozók átalakítása, 13,6 %-át az ipar technológiai folyamatai, 5,1 %-át a szilárd halmazállapotú hulladékok bomlása idézte elő. Az egyéb szennyező források részesedését 17,3 %-ra becsülték.

Az energetikai levegőszennyeződés nagyrésze 66,4 %-a a közlekedés /szállítás/, 33,6 %-a különféle rendszerű ún. "fix" tüzelőberendezés rovasára irható.

A nagyarányu motorizáció miatt Nyugat Európa iparilag fejlett országaiban nagyjából az USA-ra jellemző levegőszennyezési struktúra jellemző. Az emisszió okai között a közlekedés /szállítás/ szerepel az első helyen.

Közlekedés	64 - 58 %
Ipar	14 - 18 %
Hőerőművek	13 - 15 %
Fűtés	5 - 7 %
Hulladék eliminálás	4 - 2 %

Mindazon országokban, ahol a fosszilis tüzelőanyagok helyett az erőművek nagyrésze villamosenergiával üzemel a közlekedés és az ipar részesedése nagyobb az emisszióban.

A motorizáció szempontjából elmaradottabb országokban a kőolajipari termékek /motor, benzin, gázolaj/ levegőszennyeződése kisebb. Ezzel szemben jóval nagyobb a szilárd halmazállapotú energiahordozókat /szén/ hasznosító erőművek és ipari fogyasztók részesedése. Ezen arányt a lakosság és a kommunális fogyasztók hagyományos széntüzelése számottevő mértékben növelheti.

2/ A levegőbe kerülő égéstermékek környezeti hatása különböző. Ezzel kapcsolatban TEŐKE GÉZA joggal hangoztatja, hogy a tökéletlen elégéskor keletkező "... szénmonoxid /CO/ belélegzése már nagyon csekély mennyiségben is halálos lehet; a tökéletes elégés terméke: a széndioxid /CO₂/ viszont hasznos gáz a növényzet szempontjából; ugyanakkor a kéndioxid /SO₂/ egyike

a legkárosabb levegőszennyező anyagoknak." 26

A levegő szennyezésében jelentős szerepet játszó szén-, kén- és nitrogén-oxidok (CO, CO₂, SO₂, SO₃, NO, NO₂) koncentrációja az elmúlt évtizedben elsősorban az iparilag fejlett országokban, az Egyesült Államokban és Nyugat-Európában növekedett meg.

Az 1968. évi felmérés szerint az USA levegőszennyezésének 46,7 %-a a szén-, 15,4 %-a kén- és 9,8 %-a a nitrogén-oxidok, valamint 28,1 %-a egyéb alkotórészek között oszlott meg. 27

a/ Széndioxid /CO₂/

Az energiahordozók egyre nagyobb volumenű átalakításával a légkör CO₂ tartalma fokozatosan növekszik, az iparilag fejlett országokban.

Az Egyesült Államokban - a National Center for Air Pollution Control of Public Health Service számításai szerint - az 1970. évi CO₂ emisszió értéke négyszer nagyobb a levegő természetes széndioxid tartalmánál. Az USA felett helyetfoglaló, mintegy 100.10¹² tonna súlyú atmoszferikus tömegnek - TÖLE GÉZA közlése szerint - 10.10⁹ tonna természetes CO₂ tartalma van. A kibocsátás volumene azonban 40.10⁹ tonna /év, amely 2000-ben el fogja érni a 100.10⁹ tonna/év mennyiséget. 28

A levegőtisztaság-védelmi központ 1970. évi felmérése szerint az USA-ban a CO_2 kibocsátás nagyrészt, 69,8 %-át az ipari üzemek, kisebb hányadát, 30,2 %-át a kondenzációs hőerőművek emittálták.

Az Egyesült Államok fejlett energiastruktúrájára jellemző, hogy az ipari üzemek CO_2 kibocsátásában a szén /44,4 %/ mellett az olaj /35,6 %/ és a földgáz felhasználásának /20,0 %/ jelentős szerepe van.

Az erőművek széndioxid kibocsátása az elgondoltnál kisebb, mivel az USA villamcsenergia-termelésben jelentős szerepe van a vízienergia felhasználásának. A fosszilis tüzelőanyagot hasznosító kondenzációs és ellennyomásos hőerőművek CO_2 emissziójában viszont a szénfeleségeknek van meghatározó szerepe. A folyékony és a gáznemű energiahordozók felhasználása ugyanis nem jelentős.

A levegő CO_2 tartalmának növekedésével a mezőgazdaság és az erdőgazdaság hozama emelkedik.

Az ún. "green house effect" kedvező hatásával azonban nem mindenki ért egyet. Többen a CO_2 kibocsátás növekedésének káros következményétől óvják az emberiséget. A Szovjet Tudományos Akadémia Társadalomtudományi Intézetének Prognosztikai Osztály vezetője I. BESZTUZSEV LADA a légkör felmelegedéséért a villa-

mosenergia-ipar gyorsütemű fejlődését teszi felelősé. Véleménye szerint: "... a tízévenként megkétszereződő villamosenergia termelés a légkör olyan felmelegedéséhez vezethet, ami helyrehozhatatlan kárt okozhat az állat- és a növényvilágban." Ezért megoldandó prognosztikai feladatként az energiaigényes termelő üzemek és nagy teljesítményű berendezések ürrállomásra, illetve a Holdra való telepítését látná célszerűnek.

A széndioxid emisszió kedvezőtlen alakulásából többen az emberiséget fenyegető kataklizmára következtetnek. Meglátásuk szerint a légkör széndioxid tartalmának megkétszereződése esetén a talajmenti levegő a jelenleginél nagyobb mértékben melegszik fel, mivel a CO_2 elnyeli a Nap sugarait. A Föld visszasugárzó képességének csökkenése miatt a 2-4,5 °C-kal melegebb levegő viszont számottevő szerepet játszhat a sarkkörüi jégtakaró elolvadásában, amely állításuk szerint az óceán szintjét 30-70 méterrel emelné meg.

A természeti katasztrófát sejtető hipotézissel ellentétben egyesek, így R. ABEL, K. WAGNER más következtetésre jutottak. A légkör CO_2 tartalmának növekedése miatt a levegőréteg sűrűsödésére kell számítani, amely hőmérséklet csökkenéséhez vezet.

A légkör összetételének megváltozásáról szóló nézeteket W. BROECKER a Kolumbia Egyetem professzora - geokémiai vizsgálatok alapján - elfogadhatatlannak minősíti. 30

Hasonló módon nyilatkozott L. MACHTA a marylandi légkörkutató laboratórium vezetője is bebizonyítva, hogy a levegő oxigén-tartalma az elmúlt hatvan év folyamán nem változott meg. Az US Geological Surrey munkatársa W. T. PECORA viszont egyenesen értelmetlennek minősíti a tiszta levegőért vívott harcot. 31

b/ Szénmonoxid /CO/

A XX. század második felében, elsősorban a közlekedés nagyarányú fejlődésének következményeként figyelemreméltó módon megnövekedett a levegő szénmonoxid tartalma. A CO koncentráció átlagosnál nagyobb mennyisége különösen a nagyvárosokban elsősorban az emberek egészségét veszélyezteti.

A J. GUY FARTHING vizsgálata szerint az Egyesült Államokban a CO emisszió nagy része, mintegy 64 %-a a közlekedés, 36 %-a egyéb ipari és tüzelés-technikai eljárások rovására írható. Nem véletlen tehát, ha B. COMMONER a St. Louis-i "Washington" Egye-

tem Biológiai és Természettudományi Központjának igazgatója az urbanizációval együttjáró környezeti ártalmak között a levegőszennyeződés domináns forrásának a belsőégésű motorok elterjedését látja. Riasztónak minősíti a gépkocsikból kiáramló szénmonoxid mennyiségét.

A szakemberek egyöntetű véleménye szerint az USA-ban közlekedő 83 millió gépkocsi a felelős a városok levegőszennyeződésének több mint 60 %-áért. 32

A gépkocsigyártás felelős vezetői - a közvélemény hatásával számolva - olyan új kocsitípusokat kívánnak forgalomba hozni, amelyek szénmonoxid kibocsátása csak 37 %-a a tíz év előtti típusoknak. Az új gyártástechnológiának azonban hátrányos következményei vannak. A gépkocsik nitrogénoxid kibocsátása ugyanis lényeges mértékben megnövekszik. A napfény hatására a nitrogén-oxidok a szénhidrogénekkel keveredve peroxi-acetil-nitrátot /PAN/, a füstköd képződés egyik legmérgezőbb hatást okozó elemét hozzák létre.

A motorizációval együttjáró mérgezési folyamatokban egyre nagyobb szerepe van az ólomvegyületeknek. B. COMMER megállapítása szerint az USA-ban az 1947-1968. között használt gépkocsik száma 166 %-kal emelkedett, ugyanakkor a benzintől származó és a környezetbe kerülő ólom évi mennyisége kb. 400 %-kal növekedett meg. 33

A nagyobb arányú környezeti szennyezésben a teljesítmény növelésének, az újonnan alkalmazott gyártástechnológiának van káros szerepe. A nagyobb kompresszióju gépkocsi motorok előállításakor jelentkező "kopogás" megszüntetése céljából ugyanis egyre nagyobb mennyiségű tetraetilólmot kell a benzinhoz adagolni. Ezért az Egyesült Államokban 1946-1968 között az egy-millió gépkocsimérföldre eső ólomvegyületek felhasználása 280 fontról 500 fontra emelkedett. Eszerint azonos mértékű felhasználás mellett a gépkocsi-állomány közel kétszer annyi ólommal szennyezi a levegőt, mint közvetlenül a háború után. 34

A motorizációval együttjáró szénmonoxid kibocsátás nemcsak az iparilag fejlett országok városaiban figyelhető meg. A gépkocsi-közlekedés rohamos térhódítása hazánkban is egyre nagyobb mértékben válik a légköri szennyezés forrásává. A központi Közlekedési Tudományos Kutató Intézet 1970. évi vizsgálata szerint Budapesten a gépjárművek által kibocsátott CO mennyisége meghaladta a 9800 tonnát. Köztudomású, hogy a korábbi években gépkocsi-állományunk nagyrésze DIESEL-meghajtású volt. Az utóbbi években azonban a személyautók számának rohamos növekedésével a nagyobb oktánszámú benzint felhasználó gépkocsik számaránya túlsúlyba került. A konstrukciótól függően a szénmonoxid

emisszió nagysága is megváltozott. TEŐKE GÉZA tanulmányából tudjuk, hogy a léghiánnyal működő OTTO-motorok minősülnek a legkártokozóbbaknak, mivel a kipufogógáz 0,5-10 térfogat %-ig tartalmaz CO-t. A nagy légfeszüléssel üzemelő DIESEL motorok viszont csak 0,01-0,2 % CO-t /100-2000 ppm/ emittálnak. 35

A közlekedés által okozott környezeti ártalmak felszámolása céljából DR. CSANÁDI GYÖRGY miniszter a tüzelőanyag-cellák alap-, fejlesztési és alkalmazási kutatásának meggyorsítását látja szükségesnek. 36

A kellemes környezet megvalósítása céljából elkerülhetetlen a motorizáció ésszerű korlátozása. Az ökológusok véleménye szerint a technika embere ugyanis nincs tisztában művének következményével. A gépkocsi konstruktőrök nem számoltak avval, hogy a városok parkoló térségekké alakultak át, s az autóutak kedvéért egyre nagyobb mértékben csökken a zöldterület. A nagyforgalmu közlekedés ugyanakkor a gépkocsivezetők erejét és idegrendszerét is egyre inkább próbára teszi. A balesetek ijesztő száma napjainkban szinte népbetegséggé avatja a közlekedési ártalmakat.

c/ Kéndioxid /SO₂/

1/ A kéndioxid nem égő, nem robbanó, szintelen gáz, amely a szerves és szervetlen anyagokra egyaránt káros hatást gyakorol.

Enyhe SO₂ szennyezettség /0,20 mg/m³/ esetén egy év leforgása alatt 876 mg kerül az ember szervezetébe lélegzés útján. Ezen rendszeresnek tekinthető ún. alapterhelés az élőlény egész életén át e népesség minden tagjára generációkon át fejt ki káros hatást, megváltoztatva az élettani folyamatokat. 37

Az erős, 2,0 mg/m³ koncentrációju SO₂ tartalom esetén néhány nap leforgása alatt 100-120 mg SO₂ juthat az ember tüdejébe. Ezen rövid időtartamu, nagy koncentrációju smog általában az érzékenyebb emberi szervezetet támadja meg. Az ismétlődő smogok esetében rendszerint az első okoz mortalitás növekedést, mivel a következőnél már nincs erősen érzékeny populáció.

Az iparilag fejlett körzetek veszedelmes levegőszennyezettsége közismert. Csak Észak-Olaszországban a nagyarányu SO₂ emisszió miatt 700 milliárd lira megállapítható kár keletkezett 1970-ben. A levegő kéndioxid tartalma Milánóban 2,26 milliomod, noha a nemzetközi szabvány a 0,3 milliomod részt is az egészségre rendkívül károsnak minősíti. Nem véletlen tehát, hogy Milánóban az

átlagos életkor három évvel kisebb, mint Olaszország valamennyi más településében. Ilyen körülmények között érthető, ha Lombardia nagyvárosában a tüdő-, a légcső és a garatmegbetegedések, valamint a vérkeringési zavarok gyakorisága 30 %-kal nagyobb az országos átlagnál. 38

Közhelyként emlegetjük a japán nagyvárosok rendkívül kedvezőtlen levegőszennyezetttségét, amelynek kialakulásában az SO_2 emisszió játsza a döntő szerepet. A mindennapi életben egyre nélkülözhetetlenebbé váló oxigénpalack nem tréfadolog. A levegőszennyeződés új változataként jelentkező fotokémiai smog viszont az ipar által kibocsájtott fáradt salétromoxidot és szénhidrogént a napsugarak egészségre káros vegyületeire bontják. Mindez a kéndioxid emisszióval együtt nagyarányú akut megbetegedések forrása.

A levegő átlagosnál nagyobb kéndioxid tartalma az állati élőlények megbetegedéséhez és kipusztulásához vezet. Egy tokiói étterem tulajdonosa a déli szigetekről 20000 szentjánosbogarat hozatott, hogy szabadon bocsájtva azokat vendégeinek megmutathassa: "... milyen volt egykor Tokió levegője". Kísérlete rövid életűnek bizonyult, mivel a rovarok elpusztultak. 39

A levegőben lévő kéndioxidra a növényzet rendkívül érzékenyen reagál. Ha a levegő SO_2 tartalma néhány órán át eléri a 20 pphm koncentrációt, a túlevelű fák kloro-

fil testecskéi pusztulásnak indulnak. A tülevelek megbarnulnak és lehullanak. A kibocsátástól távolabb levő növényzet károsodásában a kénsavnak van meghatározó szerepe. A kénsav ugyanis csökkenti a vízrendszerek hidrogénion-koncentrációját /pH/ és a talajba kerülve fokozza annak savasságát. Az utóbbi miatt csökken a növények termőképessége. 40

A levegőben lévő kéndioxidot ppm egyégben/milliomod térfogatrész/ szokták megadni, ami 28 g/m^3 -rel egyenlő.

2/ Az 1968. évi felmérés szerint az Egyesült Államokban a levegőszennyeződés 15,4 %-a kénoxidokból / SO_2 , SO_3 / állt. A SO_x nagyrésze, 72,7 %-a az energetikai tüzelőberendezések rováására írható. Az egyéb ipari fogyasztók /kohászat, cementgyártás, kőolajfinomítás stb./ emissziója a globális kéndioxid szennyeződésnek csak 27,3 %-a. 41

A National Air Pollution Control Administration /NAPCA/ által 1970-ben megismételt vizsgálat a légkörbe jutó SO_2 mennyiségét 36 millió tonnára becsülte. Mindez az 1968. évi felméréshez viszonyítva 109 %-os növekedést reprezentál.

A NAPCA 1970. évi elemzéséből kiderül, hogy a levegőbe kerülő SO_2 nagyrésztét, 54,1 %-át a szén és az o-

lajtüzelésű hőerőművek, 16,2 %-át a folyékony halmazállapotú szénhidrogének átalakítása /finomítása/ és eltüzelése idézi elő. A klinkerégető kemencék növekvő alkalmazása /cementgyártás/ a globális SO_2 emisszióban mintegy 13,5 %-kal vesz részt. Az érc-tömörítés és a vasolvasztás /10,8 %/ mellett figyelemreméltó a vegyipar /szénlepárlás, kénsavgyártás/, valamint a hulladék /szemét/ hamvasztás kéndioxid kibocsátása /5,4 %/. 42

P. W. SPAITE és R. P. HANGEBRAUCK véleménye szerint: "... az energiatermelés jelenleg az eltüzelésből keletkező SO_x emisszió 70 %-áért, 30 éven belül pedig már 90 %-áért felelős. Ezért mindkét szakembere az energiatermelésből származó SO_x emisszió korlátozását tartja a legfontosabb feladatnak. 43

Köztudomású, hogy egy modernnek tekinthető 1000 MW-os hőerőmű 2,5 %-os kéntartalmú szén eltüzelése esetén mintegy $45 \cdot 10^3 \text{ Nm}^3/\text{perc}$ 0,2 % SO_2 tartalmú füstgázt bocsát ki a levegőbe.

A NAPCA által közölt adatokból kiderül, hogy a légkör kéndioxid szennyezésében a villamcsenergia-iparnak van kiemelkedő szerepe. A hagyományos tüzelésű hőerőművek emissziójának szabályozása céljából az Energia Világkonferencia /WEC/ Nemzetközi Végrehajtó Tanácsa /International Executive Council/ már 1969-ben

életre hívta a Committee on Pollution szervezetét. A bizottság által készített elaborátumban felismerhető az iparág által előidézett ártalmak felismerése és felszámolására való törekvés.

Az 1969. évi Energia Világkonferencia VII. plenáris ülésének hőerőművekkel foglalkozó szekciója /C₁/ három alapvető axiómát fogadott el megállapítván, hogy:

- a "tisztá levegő" fogalma relatív fogalom, mert csak, az ember által előállított szennyezés nem különböztethető meg a természetes szennyeződésektől;
- valamennyi anyag toxicitása is relatív érték, mert koncentrációjától és attól függ, hogy milyen élőlényre vonatkoztatjuk;
- a kibocsátott szennyeződések ellenőrzésének elsődleges célja a szennyeződések koncentrációjának veszélytelen mértékre való csökkentése azon helyen, ahol koncentrációjuk számottevő. 44

Az általánosságban megfogalmazott, kissé védekező jellegű környezetvédelmi axiómákat később konkrét javaslatok váltották fel. A villamosenergia iparág ugyanis a nemzetközi érdeklődés homlokterébe került.

Az Egyesült Nemzetek Szervezete által 1972-ben megrendezett stockholmi környezetvédelmi konferencián

a WEC által életrehozott "Committee on Pollution" elnevezésű bizottság már nyomatékosan hangoztatta, hogy:

- a hőerőműveket nem szabad sűrűn lakott települések közelébe felépíteni;
- fejleszteni kell mindazon műszaki-technológiai eljárásokat, amelyek segítségével a káros anyagok kibocsájtása gazdaságosan megszüntethető;
- olyan nagy gépegységek telepítését kell szorgalmazni, amelyek fajlagos tüzelőanyag-felhasználása a korábbinál jóval kisebb emisszió forrása lehet;
- elsősorban a vízierőművek létesítését célszerű messzemenően szorgalmazni, mivel azok nem szennyezikkörnyezetüket.

a/ A hőerőművek optimális telephelyének meghatározása nemcsak gazdaságossági probléma. A távlati erőműtelepítés alkalmával minden bizonnyal figyelembe kell venni az integráció által támasztott egészségügyi követelményeket is. Ezzel kapcsolatban előrelátóan hangoztatja SÉLLEY G. és ULICZKI S, hogy: "... az emberiség az ezredfordulóra annyira növekvő mértékben fog beavatkozni a földi környezet egyensúlyi helyzetébe, hogy elsősorban a sűrűn lakott területeken telepítendő egy-egy nagyobb létesítmény /hőerőmű, kőolajfinomító/ "megépi-

tésére csak "nemzetközi engedélyezés" után kerülhet sor. 45

A környezetvédelem leghatékonyabb megoldását viszont I. BESZTUZSEV LADA az energiaigényes termelő üzemek és energetikai berendezések ürállomásra való telepítésében látja. 46

b/ A villamosenergia-ipar által kibocsájtott agresszív szennyező anyagok /CO₁, SO₂, NO_x/ csökkentése céljából a WEC már 1969-ben a korszerű termelés-technológiai eljárások alkalmazását látta szükségesnek. Az International Union of Air Pollution Preventiv Associations /IUAPPA/ 1970. évi II. világtalálkozója /Washington/ a kis kén tartalmú tüzelőanyagok felhasználását, másrészt a fűtőgázok kéntelenítését javasolta. Hasonló álláspontra helyezkedett az Európai Gazdasági Bizottság, az Organization for Economic Co-operation and Development /OECD/ 1970-ben megszervezett Környezeti Bizottsága /Environmet Comittee/ is.

Nyugat-Európában és az Egyesült Államokban általános követelménnyé vált a kis kén tartalmú fosszilis tüzelőanyagok felhasználása. Az 1,0 %-nál kisebb kén tartalmú szenek beszerzése viszont nem egy esetben a fajlagos villamosenergia előállítási költségek növekedését indukálta. Az USA-ban a fosszilis tüzelőanyagok

kéntartalmának felső határát 2,5 %-ról 1 %-ra csökkentették. A legújabb rendelkezések szerint a felső határ 0,37 %. Mivel a tüzelőanyagok eltüzelés előtti kéntelenítése, különösen a pirit mechnaikai uton történő leválasztása nagyon költséges, ezért a füstgáz kéntelenítési módszerei kerültek előtérbe. 47

A levegő szennyeződésének csökkentése céljából a szakemberek a korszerű füstszűrési eljárások alkalmazását javasolják. Ezen a téren uttörő jellegű eredményt értek el a lengyel energetikusok. A füstgázban lévő SO_x mennyiségét ammóniákgőzők befuvásával csökkentik. A folyamat eredményeként ugyanis szulfidok keletkeznek, amelyek a környezetre /flóra, fauna/ jótékony hatást fejtenek ki.

Az Illinois Power Co /IP/ Wood River erőmű 4. sz. 100 MW egységteljesítőképességű gépénél a lengyel eljáráshoz hasonló kéntelenítési megoldást alkalmaznak. A Cat-Ox típusú SO_2 leválasztó berendezés a füstgáz kén-dioxid tartalmának 85 %-át katalitikus oxidáció útján alakítja át kénsavvá, amelyet kereskedelmi forgalomban értékesíteni kívánnak.

A berendezés 7 millió \$-ba kerül, amelyhez az USA Környezetvédelmi Ügynöksége /Federal Environmental Protection Agency/ is hozzájárul. 48

c/ A hőerőművek teljesítőképességének növekedése világjelenség, amelytől a szakemberek a levegő szennyeződés csökkenését remélik.

A kis egységteljesítőképességű hőerőművek viszonylag nagy fajlagos szénfelhasználása az iparágat nagy gépegységek megtervezésére és üzembeállítására készítette. A Szovjetunióban, az Egyesült Királyságban és Franciaországban 500-600 MW teljesítőképességű erőműblokkok üzemelnek, amelyek jóval gazdaságosabbak a hagyományosnak mondható 50 MW-os gépegységekhez viszonyítva.

A nagyobb hatásfokkal dolgozó korszerűbb hőerőművek fajlagos hőfelhasználása 20 év alatt /1951-1970/ hazánkban is 4936 kcal/kWh-ról 3150 kcal/kWh-ra csökkent. Evvel egyidejűleg a felhasznált energetikai szén átlagfűtőértéke 3300 kcal/kg-ról 2480 kcal/kg-ra mérséklődött. 49

A fejlett ipari országokban 1000-1200 MW-os gépek építése is napirendre került. Emellett nagy nyomás alatti kazánok alkalmazása is egyre általánosabbá válik. A szuperkritikus értékig növelt gőznyomás viszont a jobb hatásfok révén számottevő mértékben csökkenti a légkörbe kerülő káros anyagok részesedését. A változott folyamat eredményeként a korszerű ener-

getikai tüzelőberendezések SO_x kibocsátása - éves viszonylatban - egy MW-ra esően 180 tonnáról 140 tonnára csökkent. 50

3/ Az SO_x szennyeződésben számottevő szerepe van a kőolajfeldolgozásnak és a kőolajipari termékek /fűtőolaj, tüzelőolaj, pakura/ felhasználásának.

A SO_2 szennyezése közismert. Nem véletlen tehát, hogy az iparilag fejlett országokban mindenütt korlátozták az ún. nehéz olajok kéntartalmát. Ezzel kapcsolatban a legtöbb problémát a közlekedés és a lakásfűtés jelentette. Az elmúlt évtizedben ugyanis gyakori jelenség volt a fűtőolaj és a gázolaj 3-5 %-os kéntartalma. A nemzetközi normák szerint ezen SO_2 -származékok kéntartalmát a termelőknek 1 %-alá kellett szorítaniuk.

A nemzetközi forgalomban lévő SO_2 -származékok nagyrésze az előírtnál jóval nagyobb a kéntartalma. A legkisebb kéntartalmu ásványolajat Afrikában, Észak-Amerikában termelik ki. Kuwait, Szaud-Arábia és Venezuela SO_2 -származékának kéntartalma viszont nagy, ezért a feldolgozott olaj desztillációs maradékában a kén 4 %-nál nagyobb mértékben részeseedik.

A SO_2 -származék kéntartalmának csökkentése céljából szükségesé vált a finomítói technoló-

gia megváltoztatása. Ezzel kapcsolatban prolongált desztillálási eljárást alkalmaznak nagy vákuum igénybevételével, vagy pedig hidrogénezéssel vonják ki a termékből a nem kívánatos ként. 51

A kéneltávolítás költségében jelentős szerepe van a kiindulási olaj minőségi paramétereinek, és a kívánt termék maximális kéntartalmának, valamint a katalitikus folyamat során betáplált anyag fémtartalmának és az igénybevett víz fajlagos költségének.

A fűtőolaj kéntelenítése nem olcsó mulatság. A Bechtel Corp. számítása szerint pl. a kuwaiti ásványolaj szabvány kéntelenítése $13,7 \text{ DM/m}^3$ ráfordítást igényel. Éppen ezért a kéndioxidot elsősorban a füstgázokból kívánják megfelelő technológia alkalmazásával eltávolítani. Így a Tokyo Electric Co. Goi Hőerőművének 50 MW-os egységébe aktív szénese kéntelenítő berendezést építettek, amelynek segítségével melléktermékként 20 %-os higitott kénsavat nyertek.

IV.

A LEVEGŐSZENNYEZÉS REGIONÁLIS VIZSGÁLATA
MAGYARORSZÁGON

1/ A XX. század második felében a lokális jellegű SO_2 szennyeződés regionális jelenséggé vált. A szennyeződésnek higulással, lebomlással történő climittálódása ugyanis BAKÁCS T. szerint nem következhet be a kibocsájtás közvetlen környékén, hanem távoleső területekre is eljut. 52 Ezzel magyarázható, hogy C. S. RUSSEL és H. H. LANDSBERG az atmoszférában lévő szindioxid egyensúlyi helyzetének betartását a nemzetközi környezetvédelmi problémák ugynevezett globális feladatának tekinti.

53

Az utóbbi években folyó vizsgálatok tanúsága szerint a Föld légkörében 0,001-2 ppm mennyiségű kéndioxid található. Az A. C. STERN által megadott emissziós határértékek az emberi élet olyan globális háttérét adják, amelyen belül jelentős különbségek lehetnek.

A mesterséges uton levegőbe kerülő kén mennyisége E. ROBINSON és R. C. ROBBINS szerint évi viszonylatban meghaladja a $73 \cdot 10^6$ tonnát, amelynek nagyobb hányada /93 %/ az északi féltekére esik. 54 P. D. CADLE, W. H. FISCHER és E. R. FRANK megállapítása szerint az An-

tarktiszon a kén nagyobbrészt szulfát-ionok formájában mutatható ki. Az Északi Tengeren viszont a kéndioxid mennyiségét C. BROSET és K. J. MARSCH 3-9 mikrogramm/ m^3 nagyságúnak találta. 55

Az atmoszféra mesterséges SO_2 szennyezettsége az USA-ban és Nyugat-Európában a legnagyobb.

Európának a településektől távol, természetes környezetben mért háttérszennyeződése 15-60 mikrogramm/ m^3 kéndioxid koncentrációt reprezentál. A légkör SO_2 koncentrációjának maximumát /60 mikrogramm/ m^3 / K. GARBER Nagy Britanniában és a Német Szövetségi Köztársaságban, valamint Franciaország É-i részén mérte. 56

Az iparilag nagymértékben fejlett körzetektől KDK-i irányban fokozatosan 40 mikrogramm/ m^3 -re, D felé /Dél-Franciaország, Spanyolország/ 16 mikrogramm/ m^3 -re csökken a kéndioxid emisszió átlagos nagysága. Az iparosodott Észak-Olaszországban a háttérszennyeződés mértékét GARBER 40 mikrogramm/ m^3 -nek találta. Magyarország esetében viszont az ionvonalas ábrázolásból 26-16 mikrogramm/ m^3 közötti SO_2 koncentrációra következtethetünk. A valóságban - VÁRKONYI T. szerint - a helyzet differenciáltabb.

2/ A légkör kéndioxid tartalmának rendszeres vizs-

gálata hazánkban nem új keletű. Az első komplex jelle-
gű környezetszennyeződési elemzés MÓRIK J. érdeme, aki
1960-évi tanulmányában Tatabánya kéndioxid és koni-
méteres paraméteréről adott átfogó elemzést. 57

Az SO_2 szennyeződés vertikális különbségének
nagyságát és időbeni változásának különbségét MÉSZÁ-
ROS E. és NAGY Á. vizsgálataiból ismerjük. 58. A
közegészségügyi szempontból rendkívül figyelemremél-
tő felmérés nyomán egyre általánosabbá vált a nagyvá-
rosok légköri szennyeződésének rendszeres szemmeltar-
tása. Ezen követelményből kiindulva jelentek meg KE-
LENFFY SZ., MÓRIK J., SZABÓ L. és VÁRKONYI T. publi-
kációi. Az idegenforgalmi követelmények aspektusából
az utóbbiak különös gonddal vizsgálták meg a Balatont
és környékének kéndioxid szennyezettségét. Ugyancsak
a környezetvédelmi beavatkozás szükségessége hozta
létre a közép-dunántúli iparvidék vizsgálatait /VÁR-
KONYI T./ is. 59.

Az 1971-ben végrehajtott regionális vizsgálá-
tek Észak-, Közép és Dél-Dunántulra, valamint Észak-
Magyarország iparilag leginkább frekvenciált terüle-
teire terjed ki.

A különböző évszakokban megismételt vizsgálá-
tckból a téli és a nyári szennyezettség különbségé-
re következtethetünk. Magától értetődő, hogy az ipa-

rilag fejlett települések körzetében az SO_2 évszakos szennyezettsége viszonylag kisebb differenciát mutat. Ezzel szemben az ipari szempontból jelentéktelen települések levegőjének kéndioxid koncentrációja a téli fűtési időszakban lényeges mértékben meghaladja a nyári értéket. Az SO_2 emisszió alsó és felső értéke közötti differencia mintegy $0,5-0,3 \text{ mg/m}^3$.

A téli vizsgálatokból kiderült, hogy valamennyi megfigyelő állomás felett a SO_2 szint a higiénés normát $/0,15 \text{ mg/m}^3/$ meghaladta. Magától értetődő, hogy hazánk nagyvárosait és különösen Budapestet az átlagosnál jóval nagyobb $/1,1-0,8 \text{ mg/m}^3/$ kéndioxid háttérszennyeződés jellemzi.

A légszennyeződést tekintve Közép- és Észak-Dunántul nagyvárosainak helyzete a leghátrányosabb. Ezen belül is kiemelkedő a Tata-Tatabányai körzet rendkívül nagy háttérszennyezettsége, ahol az SO_2 koncentráció meghaladja az $5,0 \text{ mg/m}^3$ fajlagos értéket. 60 Jellemző, hogy az 1. sz. erőműtől mintegy 300-400 méteres övezetben, a szélzászló alatt az SO_2 smognak nevezhető részesezése nagy, veszélyes koncentrációban van jelen.

A lokális és a regionális szennyeződési típusok egymástól nem határolhatók el élesen. Így pl. a főváros felett kialakuló szennyezett levegőtömeg elszállí-

tódása illetve diffúziója más, a központtól távoli területeket is hátrányosan érintheti a szélerősség nagyságától és irányától függően. Ennek illusztrálásaként VÁRKONYI T. vizsgálataira szeretnék hivatkozni. 61

A főváros központi SO_2 koncentrációját 100-nak véve, a szennyezettség a távolsággal arányosan csökken. A szél alatti oldalon azonban a kéndioxid koncentrációjának fajlagos mutatója csak lassan csökken. MÉSZÁROS E. és VÁRKONYI T. publikációjából tudjuk, hogy a főváros peremkerületében gyakran az SO_2 koncentráció nagyobb volt, mint a körzet közvetlen közelében.

A fővárosi eredetűnek minősülő kéndioxid szennyeződési övezet határa MÉSZÁROS E. és NAGY Á. aerosol mérése alapján nyáron 10 km-re, télen 20-25 km-re van a centrumtól. A szennyezési övezet alakja azonban a járás ÉNY-i- széléről DK-felé szétnyíló parabolához hasonlít. A koncentrikus körtől eltérő SO_2 szennyeződés létrejöttében az ÉNY-i irányú széljárásnak van meghatározó szerepe. 62

Az Országos Közegészségügyi Intézet munkatársai KERTÉSZNÉ, DR SÁRINGER M. és VÁRKONYI T. az utóbbi években a budapesti kéndioxid szennyeződés menetét havonként, félórás adatfelmérés alapján pontosították. Meg-

állapításuk szerint az évnak: "csak öt hónapjában esik 0,20 mg/m³ érték alá" a kéndioxid értéke. 63

A téli értékek - a decemberi kiugrást nem tekintve - 0,20-0,60 mg/m³ közti átlagos reprezentálnak. A napi ingadozáson belül reggel és este éri el a levegő SO₂ tartalma a maximumot.

A kéndioxid szennyeződések a szélesebséggel és a relativ nedvességgel való összefüggéséből az alábbiakat állapították meg:

- a szélesebség növekedése /6-7 m/sec/ lényeges mértékben csökkenti a levegő kéndioxid koncentrációját;
- a szélcsend, ill. a gyenge szél /1,5 m/sec/ mentén a kéndioxid mennyisége a légkörben nagymértékben koncentrálódik;
- a relativ nedvesség emelkedésével egyidejűleg nő a levegő kéndioxid felhasználódása.

Az ország területének levegőszennyeződési kategóriába való sorolása, másrészt az im missziós határértékek megalapozása céljából az Országos Közegészségügyi Intézet - DR. BAKÁCS T. irányításával - elkészítette hazánk levegőszennyeződési térképét.

A légköri kéndioxid megállapítása céljából végrehajtott repülőgépes vizsgálatra - Budaörsről kiindu-

lóban - az alábbi utvonalakon került sor:

A WÖRTHOFF USS regisztráló műszerrel ellátott repülőgép a talajszint felett 100 és 200 m magasságban haladva az alábbi kéndioxid koncentrációkat észlelte mikrogramm/m³-ben:

H e l y	100 m		200 m	
	háttér	település	háttér	település
1.	2.	3.	4.	5.
Budaórs		300		149
Biaatorbágy	121	173	104	
Bicske		220	108	135
Tatabánya	143	330	100	261
Oroszlány		340		
Kocs			88	
Tata	135	155		
Győr	81	159	83	110
Kóny	91		59	
Csorna	83	145	88	
Kapuvár	87		81	
Fertőd	82		85	
Sopron	82	110	82	102

H e l y	100 m		200 m		
	hátter	település	hátter	település	
	1.	2.	3.	4.	5.
Budaórs	120	172			
Martonvásár	182				
Velencei tó	110				
Székesfehérvár	144	230			
Várpalota	140	250			
Balatonkencse	109			109	
Siófok	83	123			
Szántód	90				
Balatonboglár	90			91	
Fonyód	90			89	
Keszthely			100		
Garabonc	90			91	
Nagykanizsa	100	110			100
Budaórs			500		390
Százhalombatta	110	152		80	161
Dunaujváros	78	325		73	200
Dunaföldvár	70			50	
Paks	• 50			48	83
Tolna	50			48	
Szekszárd	50	75		48	

H e l y	100 m		200 m	
	háttér	település	háttér	település
1.	2.	3.	4.	5.
Bátaszék		98	48	
Pécsvárad	60		48	
Pécs	60	750		750
Harkány	55	80	40	70
Budaörs		305		100
Csepel		692		678
Dunaharaszti	80		64	
Bugyi	62		68	
Örkény		178		180
Lajcsmizse	72		50	
Kocskemét	51	60	50	
Kiskunfélegyháza	49	55	41	
Kistelek	50		41	
Szatymaz	49		40	
Kisdorozsma	49		42	
Szeged	50	60	42	45
Budaörs				
Csepel		245		
Vecsés	105		112	
Tápiószecső	108		72	

H e l y	100 m		200 m	
	háttér	település	háttér	települé
1.	2.	3.	4.	5.
Nagykáta	52		78	
Jászberény	75	131	78	103
Heves	78		80	
Füzesabony	119	160	102	
Mezőcsát	118		132	
Tisza felett	115		48	
Polgár	118		82	
Keleti Főcsatorna			88	
Nyiregyháza	70	279	75	270
Nyirtelek	80		88	
Debrecen	65	160		
Balmazújváros	70			
Budaórs		140		170
Szentendre				120
Hatvan	108	222	98	140
Gyöngyös	110	189	138	138
Mátrai Erőmű /Gagarin/		202		160
Eger	145		150	
Bükk hegység	140		60	
Miskolc	142	320	148	
Diósgyőr	128	245		282

H e l y	100 m		200 m	
	háttér	település	háttér	település
1.	2.	3.	4.	5.
Szerencs		295		112
Tokaj	92		40	
Tiszabercel	90			
Kisvárdá	90	145	92	175
Budaórs		178		
Szentendre		148		
Vác	100	165		
Balassagyarmat	85			
Szécsény	105			
Salgótarján	118	235		
Kisterenye	110			
Pásztó	107			
Lórinci	105	162		
Veresegyháza		160		
Felsőgöd	100			
Szentendre	108			
Pilisvörösvár	125			
Budaórs		125		

A "háttér" jelzésű oszlopban feltüntetett adatok a településtől ill. a szennyező források közvetlen határától mentes területek adatait tartalmazza. Ezen kategória nem fedti teljesen "a regionális háttér"-re vonatkozó követelményt, amely szerint a mérési pontnak a 200-400 ezer lakosu városoktól legalább 100 km-re kell lennie. Joggal hangoztatja azonban VÁRKONYI T., hogy "Magyarországon ez a feltétel nehezen teljesíthető." A "település" rovatban szereplő adat a város /szennyező forrás/ felett történő körözés alkalmából mért értéket tünteti fel. A valóságban azonban "... a füstfáklyába való berepüléskor ezeknél az értékeknél egy nagyságrenddel magasabbat" mérhettek volna. 64

A vizsgálatból kiderült, hogy hazánk legnagyobb, 120 mikrogramm/m³-nél magasabb kéndioxid szennyezett-ségű levegő Budapesten, ÉK-Dunántulon, valamint Heves és Borsod megye területeinek egy részén található. A 100 mikrogramm/m³-es izogörbe Komárom, Veszprém, Fejér, Pest, Nógrád, Heves és Borsod megyék területeinek egy-részét fogja össze. A legalacsonyabb, 50 mikrogramm/m³-nél kisebb légköri SO₂ szennyeződés az Alföld D-i részét /Bács-Kiskun, Csongrád, Békés megye/ és DK-Dunántult jellemzi.

- 1 GERLE GY. 1972. - Merre megyünk? Hová jutunk
MŰSZAKI ÉLET április 28 p. 5.
- 2 U. THANT 1969. - Report on the Human Environment.
E/4667. 1969 május 26. p. 17.
- 3 TEÓKE G. 1972. - Finnország.
KÖRNYEZETVÉDELEM p. 155.
- 4 J. FJODOROV 1973. - Ember és természet.
MAGYAR NEMZET 1973. november 7. p. 8.
- 5 MARX GY. 1970. - Változó Földünk
NÉPSZABADSÁG. 1970 december 25. p. 13.
- 6 L. FRANKE 1972. - Neve reine Welt? UN - Umweltschutz-
konferencz in Stockholm nur ein halber Erfolg. - Das
globale Sauber machen wurde vertagt VDI NACHRICHTEN
1972. julius 5. p. 2.
- 7 GÁBOR D. 1972. - Nyilatkozata NYÁRÁDY G. "Felelősség"
című cikkében.
MAGYARORSZÁG, 1972. május 14. p. 23.
- 8 C. S. RUSSEL és H. H. LANDSBERG 1971. - International
environmental problems. SCIENCE, 1971. június 25. p.
1307-1314.
- 9 FOCK J. 1972. - Az ember és környezetvédelem
MAGYAR NEMZET, 1972. július 13. p. 2.
- 10 G. R. TAYLOR 1970. - Biológiai pokolgép.
MEDICINA KÖNYVKIADÓ Budapest, 1970. p. 222.
- 11 U. THANT 1969. - Report. on the Human Environment.
E/4667. 1969. május 26. p. 17-8.
- 12 R. M. NIXON 1970. - Last Chance for Mother Earth.
TIME 1970. február 2.

- 13 BALÁZS S. 1970. - Környezetmódosítás és emberi felelősség. KORUNK /Kölozsvár/ 1970. május 1. p. 640-647.
- 14 KOVÁCS G. 1972. - A nagy távlatok és a tervezés. ESTI HIRLAP 1972. március 7. p. 3-4.
- 15 J. FJODOROV 1973. - Ember és természet. MAGYAR NEMZET 1973. november 7. p. 8.
- 16 G. LEACH 1971. - Shock findings on the environmental erisis t^he more we try, the worse it will be. THE OBSERVER 1971. június 27. p. 1-2.
- 17 TEÓKE G. 1971. - Küzdelem a kellemes környezetért. I. rész. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 476.
- 18 G. LEACH 1971 - Shock findings on the environmental crisis the more we try, the worse it will be. THE OBSERVER 1971. június 27. p. 1-2.
- 19 G. R. TAYLOR 1970. - Biológiai pokolgép. MEDICINA KÖNYVKIADÓ Budapest, 1970. p. 222.
- 20 L. LAVALLÉE 1972. - A marxista prognosztikáért. NÉPSZABADSÁG, 1972. július 13. p. 7.
- 21 N. MACRAE 1972. - The future of international business - Finite world. THE ECONOMIST, 1972. január 22-28. p. XVI.
- 22 PH. H. ABELSON 1972. - Limits to Growth SCIENCE 1972. március 17. p. 11.
- 23 B. COMMONER 1972. - The Progress that Pollutes. THE OBSERVER, 1972. január 9. p. 9.
- 24 TEÓKE G. 1971. - Küzdelem a kellemes környezetért. I. rész. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 474.
- 25 J. G. FARTHING 1971. - Development proceeds at a quickening pace. Ew Status report: SO₂ removal systems. ELECTRICAL WORLD, 1971. május 15. p. 34-39.

- 26 TEÓKE G. 1971. - Küzdelem a kellemes környezetért. I. rész. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 4747-475.
- 27 R. W. HOLCOMB 1970. - Power Generation: The Next 30 Years. SCIENCE 1970. január 9. p. 150-160.
- 28 TEÓKE G. 1971. - Küzdelem a kellemes környezetért. I. rész. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 477.
- 29 I. BESZTUZSEV-LADA 1972. - Pillantás a 2000. évbe. SPUTNIK. 1972. január 1. p. 6-10.
- 30 P. ABELSON 1971. - A geophysicist's watch on the environment. NEW SCIENTIST 1971. június 17. p. 696-698.
- 31 P. ABELSON 1971. - A geophysicist's watch on the environment. NEW SCIENTIST 1971. június 17. p. 696-698.
- 32 B. Commoner 1972. - The Closing Circle Nature, Man and Technology. p. 121-140.
- 33 Last Chance for Mother Earth 1970. - TIME 1970. február 2. p. 35.
- 34 Ujabb ártalom: sok az ólom a levegőben. 1971. MAGYARORSZÁG 1971. március 7. p. 17.
- 35 TEÓKE G. 1971. - Küzdelem a kellemes környezetért. I. rész. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 478.
- 36 DR. CSANÁDI CY. 1971. - A közlekedés urbanizációs problémái. A MTE SZ-ben 1971. május 31-én tartott előadásból.
- 37 VÁRKONYI T. 1971. - A regionális kéndioxid-szennyeződés és háttérkoncentráció mérése Magyarországon. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 418.
- 38 Ahol nincs környezetvédelem. 1972. - NÉPSZAVA, 1972. március 9, p. 4.

- 39 UT SZÓ 1971. Bratislava, 1971. május 23. p. 5.
- 40 A. LAIHO 1970. - Rikkidioksidi ja poltiteöljy ÖLJY POSTI-NESTE YHTIÖLENTI I. p. 4-10.
- 41 J. G. FARTHING 1971. - Development proceeds at a quickening pace. Ew Status report: SO₂ removal systems. ELECTRICAL WORLD, 1971. május 15. p. 34-39.
- 42 Abatement of sulfur oxide emissions from stationary combustion sources NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Washington, 1970. p. 16.
- 43 P. W. SPAITE - R. P. HANGEBRAUCK 1970. - Hew spells out air-quality goals. ELEKTRICAL WORLD 173. 1970. május 18. p. 25-27.
- 44 LÁCZAI SZABÓ T. - 1972. Az EGB Villamosenergia Bizottság új szakcsoportja a környezetvédelmi kérdések vizsgálatára NIMDOK 60. p. 233.
- 45 SÉLLEY G. - ULICZKY S. 1972. - Hosszutávú energiamérleg tervezés nemzetközi összehasonlító módszerrel. 11. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 25. p. 300.
- 46 I. BESZTUZSEV-LADA 1972. - Pillantás a 2000. évbe. SPUTNIK. 1972. január 1. p. 6-10.
- 47 P. W. SPAITE - R. P. HANGEBRAUCK 1970. - Hew spells out air-quality goals. ELEKTRICAL WORLD 173. 1970. május 18. p. 25-27.
- 48 Environment - SO₂ removal permit granted to utility. ELEKTRICAL WORLD 1971. június 15. p. 35.
- 49 KERÉNYI A. Ö. 1970. - Előzetes statisztikai adatok. MVMT Közleményei 15. p. 18-19.
- 50 BEDE G. 1967. - T-Hőcserőművek. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 20. p. 243-246.

51 C. S. RUSSEL - H. H. LANDSBERG. 1971. - International environmental problems. SCIENCE 1971. június 25. p. 1307-1314.

52 BAKÁCS T. 1968. - A levegőhigiéne aktuális tudományos kérdései, különös tekintettel a hazai helyzetre. Országos Közegészségügyi Intézet

53 C. S. RUSSEL - H. H. LANDSBERG. 1971. - International environmental problems. SCIENCE 1971. június 25. p. 1307-1314.

54 E. ROBINSON - R. C. ROBBINS. 1969. - Atmospheric CO concentrations on the Greenland ice Cap. JOURNAL OF GEOPHYS. RES. 78. p. 8.

55 C. PROSSET - K. J. MARSCH 1970. - Measurements of sulfur dioxide over the North Sea. ATM ENVIRONM 4. p. 225.

56 K. GARBER. 1967. - Luftverunreinigung und ihre Wirkungen. Berlin p. 40.

57 MÓRIK J. 1960. - Tatabánya levegőegészségügyi helyzete. Kandidátusi értelmzés. p. 239-247.

58 MÉCSÁROS-NAGY Á. 1965. - Budapest légszennyező határának kiterjedése. IDŐJÁRÁS p. 191-293.

59 VÁRKONYI T. 1971. - A regionális levegőszennyeződés kialakulása Magyarországon, különös tekintettel a Balaton környékére. Előadás a Magyar Higiénikusok Társ. 1971. október 28-i Vándorgyűlésén.

60 VÁRKONYI T. - 1971. - A légköri kéndioxid területi megoszlása Magyarországon. Repülőgépes vizsgálat. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 25. p. 165.

- 61 VÁRKONYI T. 1971. - A regionális kéndioxid-szennyeződés és háttérkoncentráció mérése Magyarországon. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 418.
- 62 KERTÉSZNÉ - DR. SÁRINGER M. - VÁRKONYI T. 1972. - Magyarországi tapasztalatok az atmoszférás levegő kéndioxid tartalmának öniró műszeres vizsgálata során. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 25. p. 223-226.
- 63 VÁRKONYI T. 1971. - A regionális kéndioxid szennyeződés és háttérkoncentráció mérése Magyarországon. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 418.
- 64 VÁRKONYI T. 1972. - A légköri kéndioxid területi megoszlása Magyarországon. Repülőgépes vizsgálat. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 25. p. 168.

I R O D A L O M

- AUJESZKY L. 1971. - A levegőszennyezés ellen való küzdelem első nagyobb eredményei. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 158.
- BIRÓ ZS. 1964. - Vaskohászati üzemek levegőszennyező hatása. Miskolc.
- BONDOR J. 1973. - A környezetvédelem nemcsak állami feladat. MAGYAR NEMZET 1973. szeptember 27.
- B. COMMONER - A. WEINBERG - G. LEACH 1972. - Must the World take Power cut? OBSERVER REVIEW 1972. március 12. p. 23-25.
- JENEY E. 1966. - Adatok a szénmonoxid szerepéhez a szabad természetben, az ember környezetében és az élők szervezetében. MTA. ORU. TUD. OSZT. KÖZL. VII. p. 159-192.
- DR. JÓCSIK L. 1971. - Az öngyilkos civilizáció. KÖZG. JOGI. KIAD. p. 275.
- KELENFFY SZ. - MÓRIK J. - VÁRKONYI T. 1967. - A városi levegő szennyeződésének vertikális terjedése. IDŐJÁRÁS 71. p. 268.
- DR. MÓRIK J. 1972. - Települések levegőjének egészségügyi védelme a Szovjetunióban és a többi KGST országban. KÖRNYEZETVÉDELEM p. 132-146.
- POLGÁR I. 1971. - A nagyvárosi ülepedő por jellegzetességei és kapcsolata a fűtéssel. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 76-84.
- VARGYAI J. 1971. - Pernyehasznosítással kapcsolato nemzetközi tapasztalatok. ENERGIA ÉS ATOMTECHNIKA 24. p. 244-248.

J e l m a g y a r á z a t

I. ábra

A FORRESTER-féle világmodell makrostrukturája

- 1 Egészség és nevelésügy
- 2 Népeesség
- 3 Születések
- 4 Halálozások
- 5 Szolgáltatás/1 fő
- 6 Kereset/1 fő
- 7 Kereset
- 8 Nyersanyagkészlet
- 9 Környezet szennyezettség
- 10 Fejlődés/1 fő
- 11 G. fejlődés
- 12 Szolgáltatási tőke
- 13 Ipari tőke
- 14 Mezőgazdasági tőke
- 15 Megművelt földterület

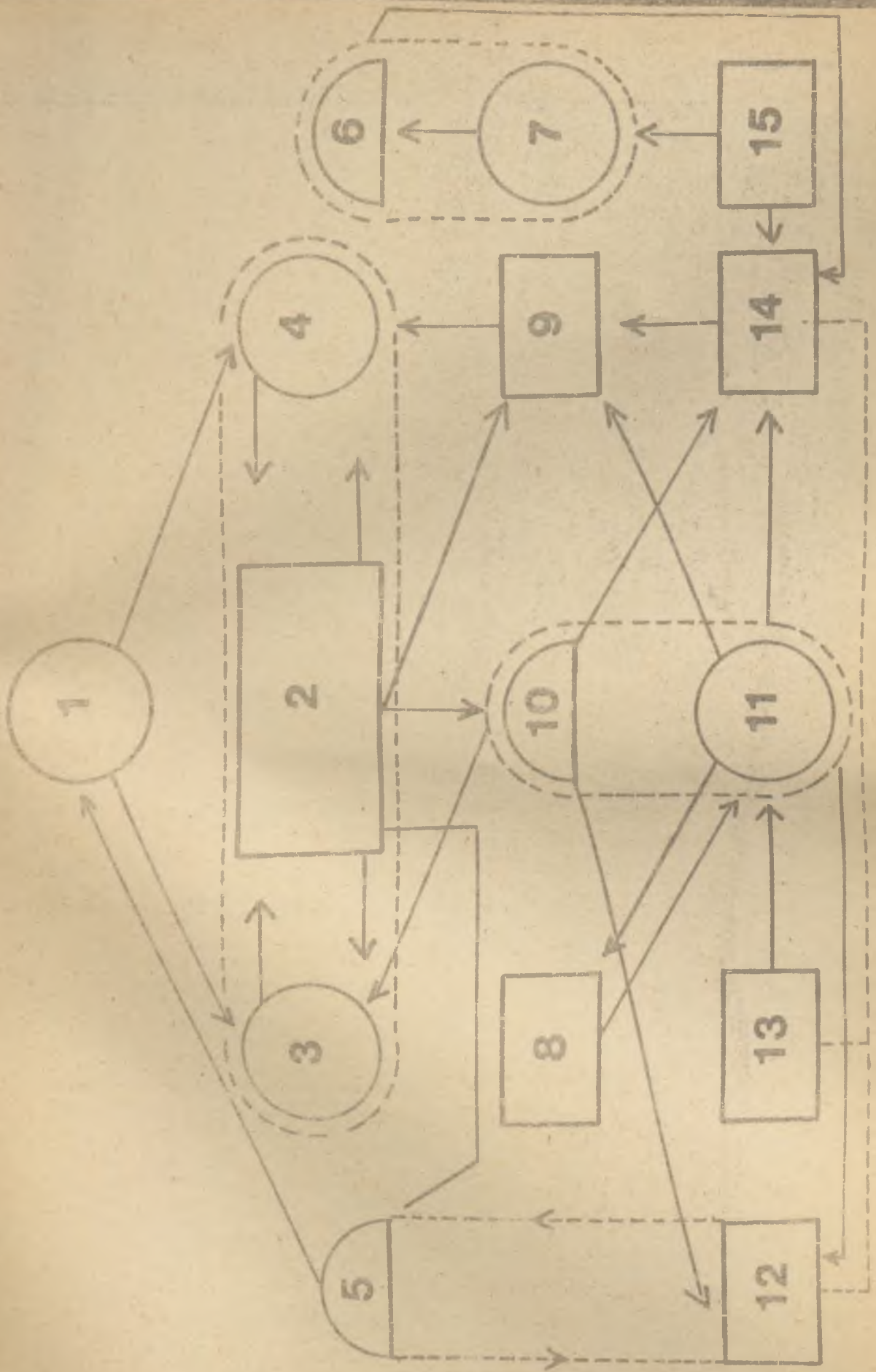
II. ábra

A nyersanyagkészletek /R/ csökkenése fékezi a népesség
számának /B/ növekedését

III. ábra

Az iparosodás nagyarányú növekedése a környezet katasztro-
fális elszennyeződéséhez vezet.

- B = a népesség száma
V = szennyeződés
K = beruházási költségek
L = életszinvonal
R = nyersanyagkészlet

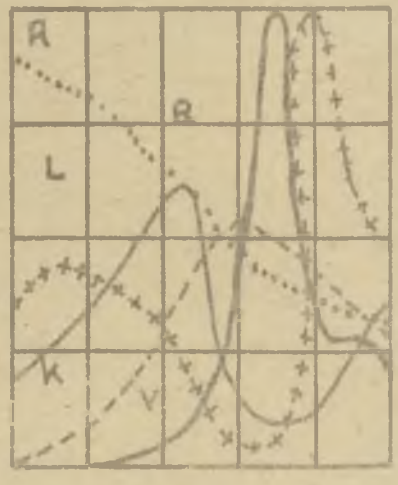


B 10^3 0 2 4 6 8 10^3
V 0 10 20 30 40
K 10^3 0 5 10 15 20 10^3
L 0 0,5 1 1,5 2
R 10^9 0 150 500 1000 1000 10^9



1900 1940 1980 2020 2060 2100

B 10^3 0 2 4 6 8 10^3
V 0 10 20 30 40
K 10^3 0 5 10 15 20 10^3
L 0 0,5 1 1,5 2
R 10^9 0 150 500 1000 1000 10^9



1900 1940 1980 2020 2060 2100

