

TIK 155.355

KFKI-1982-10

DÚS M.
PERNECZKY L.

A STESTA/KFKI PROGRAM ÉS ALKALMAZÁSA
A PAKSI ATOMERŐMŰ PRIMER HŰTŐKÖRÉRE

Hungarian Academy of Sciences

CENTRAL
RESEARCH
INSTITUTE FOR
PHYSICS

BUDAPEST

2017

KFKI-1982-10

A STESTA/KFKI PROGRAM ÉS ALKALMAZÁSA
A PAKSI ATOMERŐMŰ PRIMER HŰTŐKÖRÉRE

Dús M., Perneczky L.

Központi Fizikai Kutató Intézet
1525 Budapest 114, Pf. 49

HU ISSN 0368 5330

KIVONAT

A NEA-Data Bank-tól átvett STESTA program a csővezeték hálózatok és más termohidraulikai rendszerek állandósult üzemének meghatározására készült. A tanulmány ismerteti a program honosítását, azaz a program átírását CDC-FORTRAN-ról IBM-FORTRAN-ra, továbbfejlesztését, amelynek eredményeképpen az egyenértékű átmérők szabad megválasztása vált lehetővé, utmutatást ad az input adatok összeállításához, végül alkalmazási példaként bemutatja a Paksi Atomerőmű primer hűtőrendszerére elvégzett számítást.

1. Bevezetés

A STESTA program hőfizikailag és hidraulikailag csatolt vagy független részrendszerekből álló csővezeték hálózat állandósult üzemének meghatározására készült. A program így a tranziens termohidraulikai programrendszerek input-adat előkészítését is elősegíti azáltal, hogy a megadott geometriájú és termohidraulikai paraméterekkel rendelkező egy vagy több hurkos rendszerben szállított közeg stationer állapotjellemzőit megadja azt követően, hogy iterációs úton megkeresi a táblázatos formában megadott Q - H szivattyu-jelleggörbén, vagy jelleggörbéken a munkapontot illetve munkapontokat egy- vagy kétfázisú folyadék szállítása esetén.

A program eredeti változata az NSzK-ban CDC számítógépre készült el, 1979 októberében érkezett a NEA-Databank-hoz, ahol tesztelés után 1980 márciusától vált hozzáférhetővé.

2. A programban végrehajtott módosítások

A STESTA/KFKI programváltozat a NEA-Databank-tól átvett változat három irányban történt módosítása, továbbfejlesztése révén jött létre.

- a./ A program átírása CDC FORTRAN-ról IBM FORTRAN-ra. Ez a mintegy 3900 kártyából álló program 320 kártyáját érintette, a duplapontosságú szóhossz figyelembevétele, COMMON-ok átrendezése, BLOCK DATA átírása, stb. miatt.
- b./ Két programhiba kijavítására került sor a 02580 sorszámú kártyán /DATA NPP/5*20/, illetve 11080 sorszámú kártyán

/GOTO 600/.

c./ Az eredeti változatban a hidraulikai ellenállás számításához szükséges egyenértékű átmérők a keresztmetszetből - közkeresztmetszet feltételezésével - kerültek meghatározásra. Az input-file bővítésre került, így a VOLUME és JUNCTION kártyatípusokon a hidraulikai átmérőt is meg lehet adni. Ezáltal lehetővé vált a

- gyűrűkeresztmetszetek,
- csőkötegek,
- végül a több, azonos felépítésű hurok összevont, redukált hurokként való kezelése.

A javítókérttyákat a STESTA.EDIT nevű file tartalmazza.

Az eredeti programváltozathoz mintafeladatként a RELAP4 programok egyhurkos, 6 térfogatós mintafeladatát csatolták a közreadók. Jelen változathoz új, 9 térfogatós kéthurkos mintapéldát készítettünk, amely él a c./ pontban ismerttetett bővítés lehetőségeivel és egy olyan fiktív nyomottvizes reaktort modellez, amelynek 4 hűtőköréből hármát összevontunk /STESTA.SAMPLE.INP/

3. Formai előírások az input-kártyák készítéséhez

A STESTA program bemenő adatait tartalmazó kártyák dekódolásához egy általánosabb érvényű dekódoló rendszert használtak fel a program kifejlesztői. E dekódoló rendszer formai előírásai a következők:

- 3.1 Az adatokat szabad formátumban 80 karakteres kártyákon kell megadni, amelyeken az egyes értékeket vesszővel kell elválasztani és az áttekinthetőség érdekében tetszőleges számú üres helyet is közbe lehet iktatni az adatok közé, de az adatokon belül is.
- 3.2 Azok a kártyák, amelyek teljesen üresek, vagy az első karakterük "C" vagy "*", kommentár kártyaként szolgálnak és

a bemenő adathalmaz áttekinthetőségét biztosítják.

- 3.3 Ha egy kártya első néhány karakterét kettőspont követi, a kettőspont előtti információ szintén kommentárként szolgál. Ezáltal lehetséges pl. a kártyák sorszámozása /a 72. - 80. karakterhelyek e célra nem használhatók!/.
Pl.: ØØ11: 9.81, 3.14, PI

vagy

KONSTANSOK: 9.81, 3.14, PI

- 3.4 Minden bemenőadat max. 20 karakterből állhat, de természetesen ezek nem kerülnek mind felhasználásra.

Pl.: 9.8Ø665, 3.14159 26535 89793 238, PI

- 3.5 Minden kártyán max. 20 numerikus és max. 10 alfanumerikus adatot lehet megadni.

- 3.6 Az alfanumerikus adatok első karaktere mindig betűből áll.

- 3.7 A numerikus adatok, azaz a fixpontos és lebegőpontos számok a következő alakúak lehetnek:

n	vagy	nEs
n.		n.Es
.d		.dEs
n.d		n.dEs

Az n, d és a tízesalapú exponens s tetszőleges számkombinációból állhat, ezen belül az n és s előjellel is rendelkezhet. Ha az s előjeles szám, akkor az E karakter elmaradhat.

Pl.: 3, 3.14, .314E1, 314-2

Minden egyéb karakterkombináció használata kerülendő, mivel nem dekódolható.

- 3.8 A megadott számértékek és a hozzájuk tartozó paraméternevek egymáshoz rendelése az input-leírásban meghatározott paraméter-sorrend alapján történik. Tehát a paraméter po-

zicijának megfelelő /azaz eggyel kevesebb/ számú vesszőt kell a számadat elé kitenni.

Pl.: ha a paraméterlistában: A, B, C, D, PI

akkor a lehetséges input-kártya: , , , , 3.14

3.9 Minden paraméter az inputleírásban megadott alapértelmezéssel /kezdőértékkel/ rendelkezik és ezt az értéket megtartja, ha a megfelelő adatpozíció üres marad.

Pl.: ha a paraméterlista: G, PI, A

az alapértelmezésben $G = 9.80665$, $PI = 3.14159$

akkor angolszász egységekre az input kártya: 32.174,,.3048

azaz a PI kezdőértéke megmarad.

3.10 A kártya utolsó paraméteréhez tartozó számérték után nem szabad vesszőt tenni. Ha egy meghatározott pozíció után következő paraméterek mind kezdőértékükkel szerepelnek, akkor a vesszők elhagyhatók az utolsó számérték után. Végül ha egy input kártyán minden paramétert alapértelmezésben használunk, akkor legalább egy vesszőt ki kell írunk /mivel teljesen üres kártya kommentár-kártyaként értelmeződik/.

Pl.: ha a paraméterlista: G, PI, A

lehetséges inputok:

32.174 /PI és A alapértelmezésben/

, /mindhárom paraméter alapértelmezésben/.

3.11 A kártya első paramétere a kártyatípus azonosítására szolgáló betűcsoport is lehet. Ebben az esetben ezt mindig ki kell írni, még akkor is, ha a további paramétereket kezdőértékeikkel használjuk.

Pl.: Kártyaazonosító szó: KONSTANSOK

Paraméter lista: KONSTANSOK, G, PI

Inputkártya: KONSTANSOK

4. Input kártyák leírása

A STESTA/KFKI program bemenő adatait 11 kártyatípus azonosítóval ellátott kártya, illetve az ezekhez csatlakozó, rögzített para-

méterlistával deffiniált adatkártyák segítségével összeállított input-file tartalmazza.

A kártyatípusok a következők:

<u>1. Kártyatípus</u>	STESTA
Paraméter lista:	STESTA, IPROG
ahol kártyatípus azonosító:	STESTA
alfanumerikus paraméter:	IPROG

IPROG annak a programrendszernek az azonosítója, amelyhez az adat-file -al végzett számítás eredményeit felhasználjuk.

A hozzárendelt azonosítók:

IPROG = INDEP
RELAP
RELAP4/2
RELAP4/6
WHAM
WHAM6
CIS

Alapértelmezés: IPROG = INDEP

Megjegyzések:

- 1./ Mivel a jelenlegi változat programfüggetlen, az IPROG paraméternek nincs jelentősége. Ha a fenti azonosítók közül mégis megadjuk valamelyiket, az informatív hibajelzésre vezet.
- 2./ A fentiekől eltérő azonosító megadása fatális hibajelzésre vezet.

<u>2. Kártyatípus</u>	TITLE
Paraméter lista	TITLE, NT
ahol kártyatípus azonosító:	TITLE
numerikus paraméter:	NT

NT a felirat sorainak száma.

Alapértelmezés: NT=1

Megjegyzések:

- 1./ NT < 1 megadása hibajelzés nélkül az alapértelmezés alkalmazására vezet.
- 2./ Mivel a jelenlegi változatban a felirat utolsó sora jelenik csak meg ténylegesen az output-ban, célszerű az alapértelmezés /NT = 1/ használata.

2.1 Kártyatípus

Ez a kártyatípus közvetlenül a TITLE kártya után jön, mégpedig NT darabszámmal. A teljesen tetszőleges tartalmu feliratot tartalmazza, a feladat azonosítása céljából.

3. Kártyatípus

SYSTEM

Paraméter lista: SYSTEM, KUNT, KTSTPNT

ahol kártyatípus azonosító: SYSTEM

2 numerikus paraméter: KUNT, KTSTPNT

KUNT az egységrendszer azonosítója

KUNT = \emptyset angolszász egységrendszer

KUNT = 1 SI egységek

KTSTPNT nyomtatás vezérlő azonosító

KTSTPNT = \emptyset normál output

KTSTPNT = 1 rövid test-output

KTSTPNT = 2 FLOW Jacobi-mátrix kiíratása

KTSTPNT = 3 THERM Jacobi-mátrix kiíratása

KTSTPNT = 4 mindkét Jacobi-mátrix kiíratása.

Alapértelmezés: KUNT = \emptyset

KTSTPNT = \emptyset

Megjegyzés: Előkészítő és teszt-fázisban a KTSTPNT = 1 az ajánlott, míg a Jacobi-mátrixok kiíratásának alárendelt jelentősége van.

4. Kártyatípus

VOLUME

Paraméter lista: VOLUME, NVOL

ahol kártyatípus azonosító: VOLUME

numerikus paraméter: NVOL

NVOL a térfogatok darabszáma $/1 \leq NVOL \leq 50/$

Alapértelmezés: NVOL = 1

Megjegyzés: Mivel a program a környezet deffiniálására egy u.n. null-térfogatot generál, a ténylegesen megadható térfogatok száma max. 49 lehet.

4.1 Kártyatípus térfogat-adatok

Ez a kártyatípus közvetlenül a VOLUME kártya után következik, mégpedig éppen NVOL darabszámmal.

Paraméterlista: IVOL, VV, HV, AV, EV, QV, WSOURC, AQ, MEDV, DV,

ahol a 10 numerikus paraméter:

- IVOL a térfogat sorszáma a térfogat azonosítására, tetszőlegesen választható a \emptyset kivételével;
- VV effektív térfogat $/ft^3$ vagy $m^3/$;
- HV a térfogat magassága $/ft$ vagy $m/$;
- AV effektív áramlási keresztmetszet $/ft^2$ vagy $m^2/$;
- EV a térfogat legalsó pontjának geodetikus magassága egy tetszőlegesen felvett null-szinthez képest $/ft$ vagy $m/$;
- QV hőáram a térfogatnál, hőközlés pozitív, hőelvonás negatív $/Btu/h$ vagy $kW/$ A $\emptyset < |QV| \leq 10$ értéktartomány fenntartva a konvektív hőcserélők részére, ahol a $|QV|$ -nek megfelelő fix pontos szám a hőcserélő sorszáma;
- WSOURC járulékos tömegáram a térfogatban, belépés pozitív, elvonás negatív $/lb/sec$ vagy $kg/s/$;
- AQ hőcserélő felület a térfogatban $/ft^2$ vagy $m^2/$;
- MEDV a térfogatban áramló közeg azonosító száma $/max. 5$ különböző tetszőleges érték lehet, de a \emptyset érték a vizet jelenti/;
- DV a térfogat hidraulikai átmérője $/ft$ vagy $m/$.

Alapértelmezések:

- IVOL Az első térfogatra $IVOL_1 = 1$, a másodikra $IVOL_2 = IVOL_1 + 1$, az n-ikre pedig $IVOL_n = IVOL_{n-1} + /IVOL_{n-1} - IVOL_{n-2}/$,

tehát ha minden IVOL-ra alapértelmezést hagyunk, akkor 1-től kezdve a természetes számsort kapjuk, míg egy tetszőleges számtani sorhoz az első két értéket kell megadnunk.

VV, HV, AV, EV, DV Az első kártyán a kezdőérték ezen geometriai adatokra \emptyset . Minden további kártyán az öt megelőző kártyán szereplő érték.

QV, WSOURC A kezdőérték mindenütt \emptyset .

AQ Az alapértelmezés szerint a hőátadó felület a belső csőfelület, amelyet a térfogat többi adataiból körkeresztmetszet feltételezésével kapunk:

$$AQ = 2 \sqrt{\pi} VV / \sqrt{AV}$$

MEDV= \emptyset Az alapértelmezés szerint viz.

Megjegyzések:

- 1./ A hőközlések és hőelvonások összegének, illetve a tömegáramforrások és elvonások összegének minden zárt részrendszerben nullát kell adniuk. Ellenkező esetben fatális hibajelzést kapunk.
- 2./ A különböző közegazonosítók száma nem haladhatja meg a zárt részrendszerek számát és maximum 5 lehet. Az azonosító számértéke tetszőleges szám az alábbiak szerint:
 - a./ A \emptyset számérték a vízre van fenntartva, illetve a programba beépítve, így ez a számérték akkor is jelen van a modellben, ha inputként csak ettől eltérő közegeket adunk meg.
 - b./ A negatív azonosító számértékek ideális gázokat jelentenek, ezek deffiniálására speciális inputparaméterek szolgálnak a MEDIUM kártyatípuson.
 - c./ A pozitív egészszámok a valóságos folyadékok részére vannak fenntartva, amelyek termodinamikai állapotjellemzőit felhasználói alprogram segítségével kell megadni. /Lásd: MEDIUM kártyatípus/.

első IFROM értéke kell megadni;
ITO az n-ik kártyán $ITO_n = IFROM_n + ITO_{n-1} - IFROM_{n-1}$;
KPMP = \emptyset azaz nincs szivattyu;
AJ, ZJ, DJJ alapértelmezése: az előző kártyán szereplő paraméterértékekkel azonos. Az első kártyán \emptyset ;
F = \emptyset

Megjegyzések:

- 1./ Azok az ablakok, amelyek mindkét oldalon null-térfogatba torkollanak, fatális hibajelzést váltanak ki éppugy mint azok a térfogatok, amelyek nem kapcsolódnak a hálózatához, tehát azonosítójuk nem szerepel az IFROM, ITO paramétereknél.
- 2./ Szabad oldallal rendelkező ablak /a hozzátartozó térfogatérték \emptyset / zárt ablakként /tömegáram \emptyset / fog szerepelni, ha csak a másik oldalon szereplő térfogat tömegáramforrással /WSOURC/ nem rendelkezik.
- 3./ A nyomásvesztések közül a csősurlódásból és a különböző méretűre megadott áramlási keresztmetszeteknél a keresztmetszetváltozásból eredő veszteségeket a program kiszámítja, így az F paraméterben ezeket nem kell figyelembe venni.

6. Kártyatípus

BOUNDARY

Paraméter lista:

BOUNDARY, NHDL, NTDL

Ahol kártyatípus azonosító:

BOUNDARY

2 numerikus paraméter:

NHDL, NTDL

NHDL a hidrodinamikailag független hurkok száma, amelyeknél az áramlások nincsenek közvetlen mechanikus kapcsolatban / $1 \leq NHDL \leq 5$ /;

NTDL a termikusan független hurkok száma / $1 \leq NTDL \leq NHDL$ /

Alapértelmezés:

NHDL = 1

NTDL = 1

Megjegyzések:

- 1./ Minden független hurok részére a hozzátartozó csőhálózat tetszőlegesen felvett helyén a következő határfel-

tételeket kell megadni:

- a./ az NHDL számú hidrodinamikailag független minden huroknál egy térfogatnál nyomásértéket,
 - b./ az NHTL számú termikusan független minden huroknál egy térfogatnál hőmérséklet vagy gőztartalom értéket.
- 2./ Ha egy hurokban tömegáramforrás és elvonás található, akkor az ezekhez tartozó térfogatokra a termikus határfeltételeket meg kell adni. Ezek a határfeltételek azonban ez esetben nem a térfogatra fognak vonatkozni, hanem csupán a tömegáram entalpiájára.
 - 3./ Hiányzó határfeltétel fatális hibajelzésre vezet, míg tulhatározott esetben informatív hibajelzés után a program legkisebb hibanégyzetes megoldást keres.

6.1 Kártyatípus

A hidrodinamikai határfeltételeket tartalmazó kártyából NHDL darab közvetlenül a 6. kártyatípus után következik.

Paraméter lista: IPBC, PBC

ahol a 2 numerikus paraméter:

IPBC térfogat azonosító szám, amelyre a nyomás határfeltétel vonatkozik;

PBC nyomás érték /psia vagy bar/.

Alapértelmezés: ha több kártya van, akkor a megelőző kártyán lévő nyomásérték.

6.2 Kártyatípus

A termikus határfeltételeket tartalmazó NTDL darab kártya közvetlenül a 6.1 kártyatípus után következik.

Paraméter lista: ITBC, TBC vagy XBC

ahol a 2 numerikus paraméter:

ITBC térfogat azonosító szám, amelyre a termikus határfeltétel vonatkozik;

TBC hőmérséklet érték /F^o vagy C^o/;

XBC gőztartalom érték.

Alapértelmezés: több kártya esetén a megelőző kártyán szereplő adatok.

Megjegyzés:

A kártyán szereplő második paraméter értéktől a következők szerint függ, hogy TBC vagy XBC határfelté-
telt adunk meg:

ha a szám nagyobb, mint 2, akkor hőmérsékletérték,
ha a szám kisebb, mint 2, akkor XBC, mégpedig ha
 $XBC < \emptyset$, akkor telített folyadék,
 $\emptyset \leq XBC \leq 1$, akkor nedves gőz,
 $1 < XBC \leq 2$, akkor telített száraz gőz.

7. Kártyatípus

MEDIUM

E kártyát csak akkor kell megadni, ha a 4.1 kártyatípuson a MEDV paraméternek nullától különböző értéke fordul elő.

Paraméter lista: MEDIUM, NMEDIN

ahol kártyatípus azonosító: MEDIUM

numerikus paraméter: NMEDIN

NMEDIN a kívülről megadandó közegek száma, maximum 4.

Alapértelmezés: a térfogat-inputban effektív szereplő közeg-
fajták száma mínusz egy /a víz miatt/.

Megjegyzés:

NMEDIN paraméter értékének legalább az említett alapértelmezést el kell érnie, ha ennél kevesebb, fatális hibajelzés lép fel. Nagyobb szám megengedett, de max. 4 lehet.

7.1 Kártyatípus

A MEDIUM kártyát követően NMEDIN darab kártya tartalmazza a közegek termodinamikai állapotjellemzőit.

Paraméter lista: MED, IAMED, RMED, CPMED, VISMED, HLMED,
TMEDR, EXPMED,

ahol az alfanumerikus paraméter:

IAMED a közeg megnevezése /tetszőleges max. 10 karakterű
Hollerith-érték/

a 7 numerikus paraméter:

- MED tetszőleges közegazonosító szám /a 4.1 kártyatípuson szereplő MEDV azonosítónak megfelelően/.
A következő 6 paramétert csak ideális gáz esetén, MED = \emptyset -nál kell megadni:
- RMED gázállandó /Btu/lb^oF vagy KJ/kg^oK/;
CPMED fajhő állandó nyomáson /Btu/lb^oF vagy KJ/kg^oK/;
VISMED kinamikus viszkozitás TMEDR hőmérsékleten
/lb/ft sec vagy kg/ms/;
HLMED hővezetési tényező TMEDR hőmérsékleten
/Btu/ft hr^oF vagy W/m^oK/;
TMEDR referencia hőmérséklet /F^o vagy C^o/ TMEDR = \emptyset
jelentése VISMED és HLMED állandók;
EXPMED a hőmérsékletfüggés exponense /lásd Megjegyzés -t/.

Alapértelmezések:

- IAMED üres szó;
MED=k, ahol k = 1, ... NMEDIN, a közegadatkártya sorszáma;
RMED= \emptyset , CPMED= \emptyset , VISMED= \emptyset , HLMED= \emptyset ,
TMEDR= \emptyset ,
EXPMED= \emptyset .7

Megjegyzések:

- 1./ Ha valamelyik MED értékre a 4.1 kártyatípuson nincs hivatkozás, akkor az adatok törlődnek. Ha több kártyán ugyanazt az értéket adjuk a MED paraméternek, akkor a legutolsó kártya érvényes.
- 2./ A 4.1 kártyatípuson szerepeltetett minden nullától különböző MEDV paraméterértéknek szerepelnie kell a következők figyelembe vételével:
 - a./ A \emptyset azonosító érték a vizre van fenntartva. Az állapotegyenleteket a program tartalmazza, tehát nem szükséges megadni.
 - b./ Minden negatív azonosító érték ideális gázra vonatkozik. Ezen közegekre minden, előzőekben szerepelt paramétert meg kell adni úgy, hogy a hőmérsékletfüggést az alábbi egyenletek szerint kell meghatározni:

$$\eta = \text{VISMED} / \frac{T_k}{\text{TMEDR}_k} / \text{EXPMED}$$

$$\lambda = \text{HLMED} / \frac{T_k}{\text{TMEDR}_k} / \text{EXPMED}$$

ahol a k index arra utal, hogy az abszolút hőmérsékletek $^{\circ}\text{K}$ -ban szerepelnek.

Az exponensre érvényes $\text{EXPMED} = 0.7$ kezdőérték a szobakerülő gázoknál jó közelítő értéként tekinthető. Ettől függetlenül ajánlatos a TMEDR értékét a várható rendszerhőmérséklet közelében felvenni.

c./ Minden pozitív azonosító érték valódi folyadékot jelent, amelynek termodinamikai állapotjellemzőit külső rutinokkal kell megadni. A program egy STATE nevű vezérlőrutint tartalmaz, amelynek a következő paraméterlistája van:

SUBROUTINE STATE /N, P, T, X, RHO, H, CP, VISC,
HLAM, TS, HF, HG/

ahol input paraméter:

N a közegazonosító szám a MEDV -nek megfelelően;

P nyomás bar-ban;

T hőmérséklet $^{\circ}\text{C}$ -ban;

X gőztartalom az alábbiak szerint:

$X < 0$ egyfázisú folyadék fázis;

$X > 1$ egyfázisú gőz fázis;

$0 \leq x \leq 1$ kétfázisú állapot, amelyre

$$X = \frac{H - HF}{HG - HF} \text{ érvényes, } HF \leq H \leq HG \text{ mellett.}$$

Output paraméter, vagyis a szolgáltatott állapotjellemzők:

RHO sűrűség kg/m^2 -ben;

H entalpia KJ/kg -ban;

CP fajhő $\text{KJ/kg } ^{\circ}\text{C}$ -ban;

VISC kinetikai viszkozitás m^2/s -ban;
HLAM hővezetési tényező $KJ/m s C^{\circ}$ -ban;
TS telítési hőmérséklet C° -ban;
HF telítési entalpia /folyadék/ KJ/kg -ban;
HG telítési entalpia /gőz/ KJ/kg -ban.

Jelenleg a STATE -rutin minden pozitív azonosítóra a víz állapotjellemzőit adja meg.

8. Kártyatípus

PUMP

E kártyatípusra csak akkor van szükség, ha a feladatban szivattyu is szerepel, így az 5.1 kártyatípus KPMP paramétereinek nullától különböző értéke is előfordul.

Paraméterlista: PUMP, NPMPIN, NCHAR

ahol kártyatípus azonosító: PUMP

2 numerikus paraméter: NPMPIN, NCHAR

NPMPIN a különböző szivattyuk száma a rendszerben /max. 5/;

NCHAR a szivattyukra megadott karakterisztikák száma /max. NPMPIN/.

Alapértelmezés:

Az NPMPIN kezdőértéke az 5.1 kártyatípuson szereplő szivattyuk száma, míg NCHAR = \emptyset .

Megjegyzések:

- 1./ NPMPIN -re legalább az alapértelmezés szerinti számot kell megadni, kisebb szám fatális hibajelzésre vezet, nagyobb szám megengedett.
- 2./ NCHAR -ban csak a kívülről megadandó szivattyukarakterisztikák számát adjuk meg, a beépített karakterisztikák kizárólagos alkalmazása esetén NCHAR = \emptyset .

8.1 Kártyatípus

A szivattyuk névleges adatait tartalmazó kártyák /NPMPIN darab/ közvetlenül a PUMP kártya után következnek.

Paraméterlista: IPMP, ITYP, QRAT, HRAT, RHORAT,

ahol az 5 numerikus paraméter:

- IPMP a szivattyu azonosító száma $/l \leq IPMP \leq NPMP/$;
ITYP a hozzátartozó karakterisztika azonosító száma, negatív szám esetén kívülről adandó meg a 9.1 kártyatípus segítségével;
QRAT névleges szállítás $/gal/min$ vagy $m^3/sec/$;
HRAT névleges emelőmagasság $/ft$ vagy $m/$;
RHORAT fajsúly névleges állapotban $/lb/ft^3$ vagy $kg/m^3/$,
ha $RHORAT = \emptyset$, akkor az aktuális fajsúlyértéket a program határozza meg.

Alapértelmezések:

- IPMP=k, ahol $k = 1 \dots NPMPIN$ a kártyasorszám.
ITYP Az első kártyán 1, a többinél a megelőző kártyán szereplő számérték.
QRAT és HRAT Az előző kártyán szereplő értékek.
RHORAT Az előző kártyán \emptyset , a többin a megelőző kártyán lévő érték.

Megjegyzés:

A program 3 szivattyu-karakterisztikát tartalmaz, amely pozitív ITYP értékkel hozzáférhető:

- ITYP = 1 4200 1/min fordulatszámú BINGHAM-szivattyu;
ITYP = 2 5200 1/min fordulatszámú WESTINGHOUSE-szivattyu;
ITYP = 3 1490 1/min fordulatszámú KSB-szivattyu.

9. Kártyatípus PUMPCHAR

Ez a kártya csak akkor szükséges, ha kívülről megadandó karakterisztikájú szivattyu van a rendszerben, azaz $KPMP \neq \emptyset$ és $NCHAR > \emptyset$ a szivattyura. A 9. kártya a hozzátartozó 9.1 kártyával együtt NCHAR -szor szerepel az input-file -ban.

Paraméter lista: PUMPCHAR, ICHAR, NP

ahol kártyatípus azonosító: PUMPCHAR

2 numerikus paraméter: ICHAR, NP

ICHAR A szivattyu jelleggörbe azonosító száma;
NP a Q - H karakterisztika adatpárjainak száma, negatív NP esetén redukált adatok, azaz Q/QRAT és H/HRAT.

Alapértelmezés: NP = 2Ø

Megjegyzés:

1./ A programban szereplő 3 szivattyu karakterisztika felülírása pozitív ITYP alkalmazásával megengedett.

9.1 Kártyatípus

A 9. kártyát közvetlenül követi, úgy hogy mind az NP ponthoz tartozó jelleggörbe értékpár megadható legyen.

Paraméter lista: Q1, H1, Q2, H2, Q3, H3, ...

ahol a numerikus paraméterek:

Q1 szállított mennyiség /gal/min vagy m^3/s vagy redukált mennyiség Q/QRAT;

H1 emelőmagasság /ft vagy m/ vagy redukált emelőmagasság H/HRAT.

Egy kártyán minimum 2, maximum 2Ø paraméterérték szerepelhet.

Megjegyzés:

Minden kártyán páros számú adatnak kell szerepelnie, az utolsó érték után nem állhat vessző.

10. Kártyatípus END

Paraméter lista: END

ahol kártyatípus azonosító: END

Nincs numerikus paraméter.

Megjegyzés:

A kártya egy feladathoz tartozó input adatok végét jelzi. Ezt a kártyát egy új feladat /1. kártyatípussal STESTA -val kezdve/ vagy lezáró STOP kártya követheti.

11. Kártyatípus STOP

Paraméterlista: STOP

ahol kártyatípus azonosító: STOP
nincs numerikus paraméter.

Megjegyzés:

Ez a kártya csak a legutolsóként szerepelhet.

5. Mintafeladat

A fiktív, négyhűtőkörös nyomottvizes reaktor primer hűtőkörét számító mintafeladat bemenő adatait a következő 34 kártya tartalmazza:

```
STESTA
TITLE,
*** 9 VOLUM SAMPLE PROBLEM FOR STESTA ***
SYSTEM, 1, 1
VOLUME, 9
  1, 16.0 , 4.0 , 4.0 , -5.0 , 3.70+6, , , ,0.01
  2, 40.0 , 5.0 , 8.0 , -1.0 , , , , ,
  3, 6.0 , 2.0 , .503 , 1.6 , , , , ,
  4, 15.0 ,10.0 , 1.5 , 3.6 , -9.25+5, , , ,0.02
  5, 8.0 , 5.0 , .503 , -1.4 , , , , ,
  6, 18.0 , 2.0 , 1.505, 1.6 , , , , ,0.8
  7, 45.0 ,10.0 , 4.5 , 3.6 , -2.775+6, , , ,0.02
  8, 24.0 , 5.0 , 1.505, -1.4 , , , , ,0.8
  9, 40.0 ,10.0 , 4.0 , -9.0 , , , , ,0.5
JUNCTION, 11
11, 9, 1, 0, 4.0 , -5.0 , , ,0.1
12, 1, 2, 0, 4.0 , -1.0 , , ,0.1
13, 2, 3, 0, .503 , 2.0 , , , ,
14, 3, 4, 0, .503 , 3.6 , , , ,
15, 4, 5, -1, .503 , 3.6 , , , ,
16, 5, 9, 1, .503 , 0.4 , , , ,
17, 2, 6, 0, 1.505, 2.0 , , ,0.8
18, 6, 7, 0, 1.505, 3.6 , , ,0.8
19, 7, 8, -2, 1.505, 3.6 , , ,0.8
20, 8, 9, 2, 1.505, 0.4 , , ,0.8
21, 5, 0, 0, 0.03 , 0.4 , , , ,
BOUNDARY, 1, 1
  3, 153.0
  9, 285.0
PUMP, 2, 1
  1, 3, 6.0 , 60.0;
  2, 3, 18.0 , 60.0;
END
STOP
```

Figyelem: az adatkártyákon ne használjunk sorszámozást!

A feladat futási ideje az ESz 1040 számítógépen 3 perc 40 sec, memória igénye 222 Kbyte. Az input adatokat az IBM katalogizált JCL eljárásaitól eltérően nem az 5-ös, hanem a 4-es logikai periféria számmal kell beolvastatni. Az adatok részletes elemzésekor kerül ugyanis sor az 5-ös perifériaszám használatára, a beolvasáskor az adatcsomag azonnal átkerül egy &BUFF1 nevű ideiglenes lemez-file-ba és ez szerepel SYSIN-ként, miközben egy további 50-es logikai perifériaszámú &BUFF2 file is felhasználásra kerül. Így a feladat JCL kártyái a LOADLIB-ben tárolt STEST3 modul futtatásához a következők:

```
//KATPSTE3 JOB KAT_0331,DUS,TIME=5,CLASS=C
//GO EXEC PGM=STE3,REGION=224K,
//          TIME=5
//STEPLIB DD DSN=KATV.LOADLIB,DISP=SHR
//GO.FT05F001 DD DSN=&BUFF1,UNIT=2311,DCB=RLKSIZE=80,
//          SPACE=(80,(100,20),RLSE)
//GO.FT06F001 DD SYSOUT=A,DCB=(LRECL=133,BLKSIZE=133)
//GO.FT50F001 DD DSN=&BUFF2,UNIT=2311,DCB=RLKSIZE=16,
//          SPACE=(16,(100,20),RLSE)
//GO.FT04F001 DD *
STE3A
TITLE,
```

Az output 3 részből áll. Először az adatcsomag eredeti formában nyomtatódik ki, majd az input adatok értelmezése után újabb táblázatok rögzítik a kiinduló paramétereket. A sornyomtatón 133 karakter szélességben csak az iterációk részeredményei jelennek meg.

Végül a számítás végeredményeit két táblázat tartalmazza a következő formában:

*** 9 VOLUM SAMPLE PROBLEM FOR STESTA ***

*** RESULTING PRESSURE DIFFERENTIALS ***

J	JUN	FROM	TO	DENSITY [KG/M3]	TOTAL PD [BAR]	GRAV PD [BAR]	FORM LOSS [BAR]	FRICTION [BAR]	PUMP PD [BAR]
1	11	9	1	7.5587D 02	-1.1868D 00	-8.3482D-02	0.0	-5.2931D-01	0.0
2	12	1	2	7.2407D 02	-9.9070D-01	-3.1443D-01	-4.8932D-02	-5.0562D-01	0.0
3	13	2	3	6.8937D 02	-5.1311D-01	-7.4330D-02	-3.4200D-01	-0.6773D-02	0.0
4	14	3	4	6.8927D 02	-1.2372D 00	-4.3457D-01	-3.5833D-01	-4.4427D-01	0.0
5	15	4	5	7.2366D 02	1.8828D 00	5.2880D-01	-2.3107D-01	-4.6520D-01	2.0503D 00
6	16	5	9	7.5565D 02	2.0449D 00	3.7802D-01	-5.6548D-01	-1.1952D-01	2.3519D 00
7	17	2	6	6.8937D 02	-4.7113D-01	-7.4341D-02	-2.9863D-01	-2.7322D-02	0.0
8	18	6	7	6.8927D 02	-1.2429D 00	-4.3454D-01	-3.6213D-01	-2.9701D-01	0.0
9	19	7	8	7.2362D 02	1.6846D 00	5.2878D-01	-2.3322D-01	-4.1584D-01	2.0434D 00
10	20	8	9	7.5555D 02	2.2070D 00	3.7807D-01	-2.9017D-01	-1.2085D-01	2.3473D 00
11	21	5	0	7.5565D 02	-6.4566D-01	-1.3336D-01	-9.1470D-44	-4.2292D-29	0.0

*** 9 VOLUM SAMPLE PROBLEM FOR STESTA ***

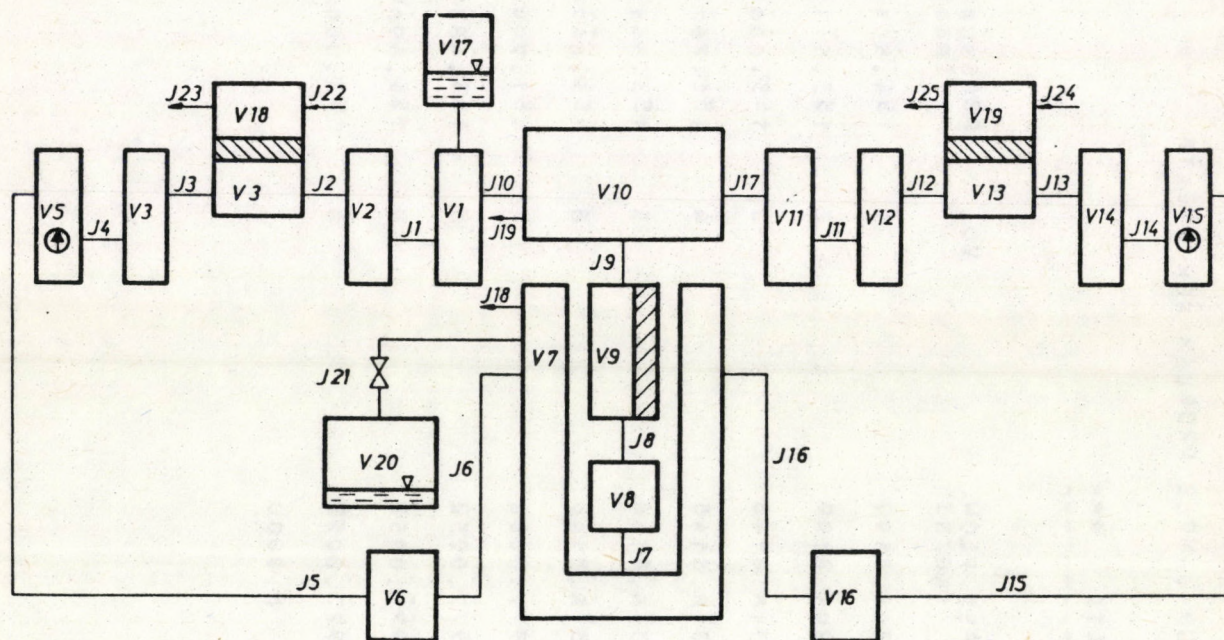
*** RESULTS ***

JUN	MASS FLOW [KG/S]	VOL	PRESSURE [BAR]	TEMPERATURE [DEG C]	QUALITY
11	21295.8199	1	154.5038	301.2131	-0.000000
12	21295.8199	2	153.5131	316.2329	-0.000000
13	5318.8148	3	153.0000	316.2187	-0.000000
14	5318.8148	4	151.7628	301.1520	-0.000000
15	5318.8148	5	153.6457	284.9499	-0.000000
16	5318.8148	6	153.0420	316.2199	-0.000000
17	15977.0052	7	151.7990	301.1728	-0.000000
18	15977.0052	8	153.4836	284.9516	-0.000000
19	15977.0052	9	155.6906	285.0000	-0.000000
20	15977.0052	0	153.0000	284.9443	-0.000000
21	0.0000				

6./ Alkalmazási példa a Paksi Atomerőműre

A STESTA/KFKI program tesztelése során a Paksi Atomerőmű VVER-440 -es reaktorának és primer körének vizsgálatához az eddigi RELAP4 számításokhoz használt 9 térfogatelemes sémánál részletesebb modellt kívántunk létrehozni. Ezt a 16 térfogatelemes változatot az 1.sz. ábra mutatja.

A modellel készült STESTA/KFKI input adatokat 52 kártya tartalmazza. Ezeket, valamint a futtatás eredményeit találjuk a 23., 24. és 25. oldalon.



1. ábra

-STESTA- PROBLEM INPUT ECHO

CARD NO.

CARD CONTENT

```

1  STESTA
2  TITLE,
3  *** VVER-440 16 VOLUM SAMPLE PROBLEM FOR RELAP-4 ***
4  SYSTEM, 1, 1
5  VOLUME, 16
6  1, 2.70, 2.43, 0.193, -0.25,
7  2, 1.30, 1.33, 0.193, -0.25,
8  3, 10.08, 3.32, 0.70, 1.08, -229000, , , , .0132
9  4, 2.16, 2.85, 0.193, -1.77,
10 5, 0.89, 2.1, 0.193, -1.77,
11 6, 0.89, 0.5, 0.193, -0.25,
12 7, 22.55, 9.04, 3.00, -8.44, , , , , .332
13 8, 27.80, 4.09, 6.80, -8.44,
14 9, 10.14, 3.00, 3.38, -4.35, 1374000, , , , .0086
15 10, 42.8, 6.46, 6.80, -1.35,
16 11, 13.50, 2.43, 0.965, -0.25, , , , , .496
17 12, 6.50, 1.33, 0.965, -0.25, , , , , .496
18 13, 50.40, 3.32, 3.50, 1.08, -1145000, , , , .0132
19 14, 10.80, 2.85, 0.965, -1.77, , , , , .496
20 15, 4.45, 2.1, 0.965, -1.77, , , , , .496
21 16, 4.45, 0.5, 0.965, -0.25, , , , , .496
22  JUNCTION, 19
23 51, 1, 2, 0, 0.193, 0., , , ,
24 52, 2, 3, 0, 0.193, 1.08, , .0132
25 53, 3, 4, 0, 0.193, -1.52, , .0132
26 54, 4, 5, -1, 0.193, -1.52,
27 55, 5, 6, 1, 0.193, 0.,
28 56, 6, 7, 0, 0.193, 0., , .332
29 57, 7, 8, 0, 2.35, -8.24, , .05
30 58, 8, 9, 0, 3.12, -4.35, , .0086
31 59, 9, 10, 0, 3.12, -1.35, , .0086
32 60, 10, 1, 0, 0.193, 1.4, , .05
33 61, 11, 12, 0, 0.965, 0., , .496
34 62, 12, 13, 0, 0.965, 1.08, , .0132
35 63, 13, 14, 0, 0.965, -1.52, , .0132
36 64, 14, 15, -2, 0.965, -1.52, , .496
37 65, 15, 16, 2, 0.965, 0., , .496
38 66, 16, 7, 0, 0.965, 0., , .496
39 67, 10, 11, 0, 0.965, 1.4, , .05
40 68, 7, 0, 0, 0.426, 0,
41 69, 10, 0, 0, 0.852, 1.4,
42  BOUNDARY, 1, 1
43  9, 122.56
44  6, 267.0
45  PUMP, 2, 1
46  1, -1, 1.9720, 60.0,
47  2, -1, 9.8600, 60.0,
48  PUMPCHAR, 1, -12
49  -10., 1.2, .563, 1.239, .634, 1.283, .704, 1.283, .845, 1.174, .915, 1.109, 1., 1.
50  11.099, 0.869, 1.127, 0.804, 1.225, 0.652, 1.267, 0.576, 10.0, -20.0
51  END

```

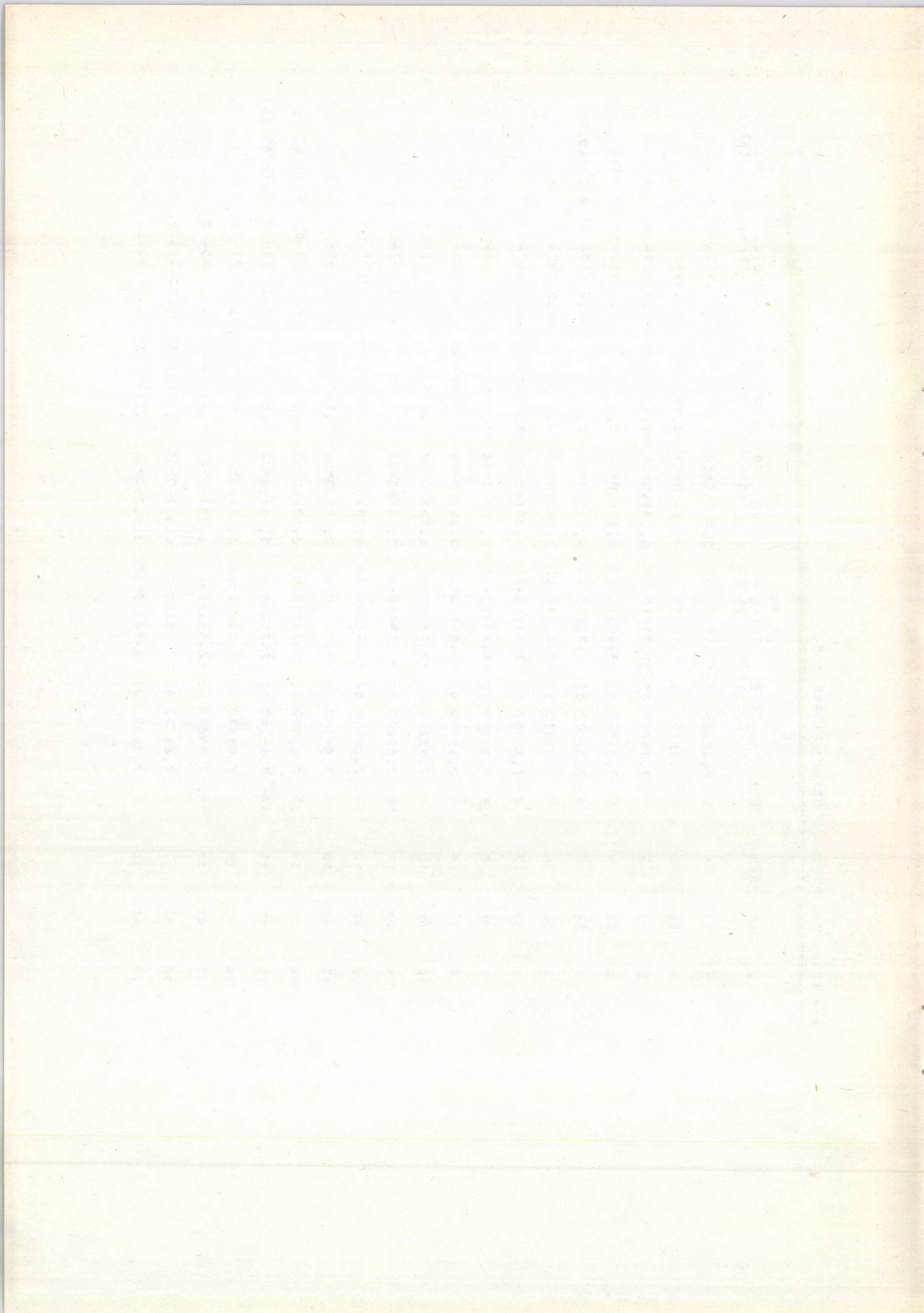
*** VVER-440 16 VOLUM SAMPLE PROBLEM FOR RELAP-4 ***

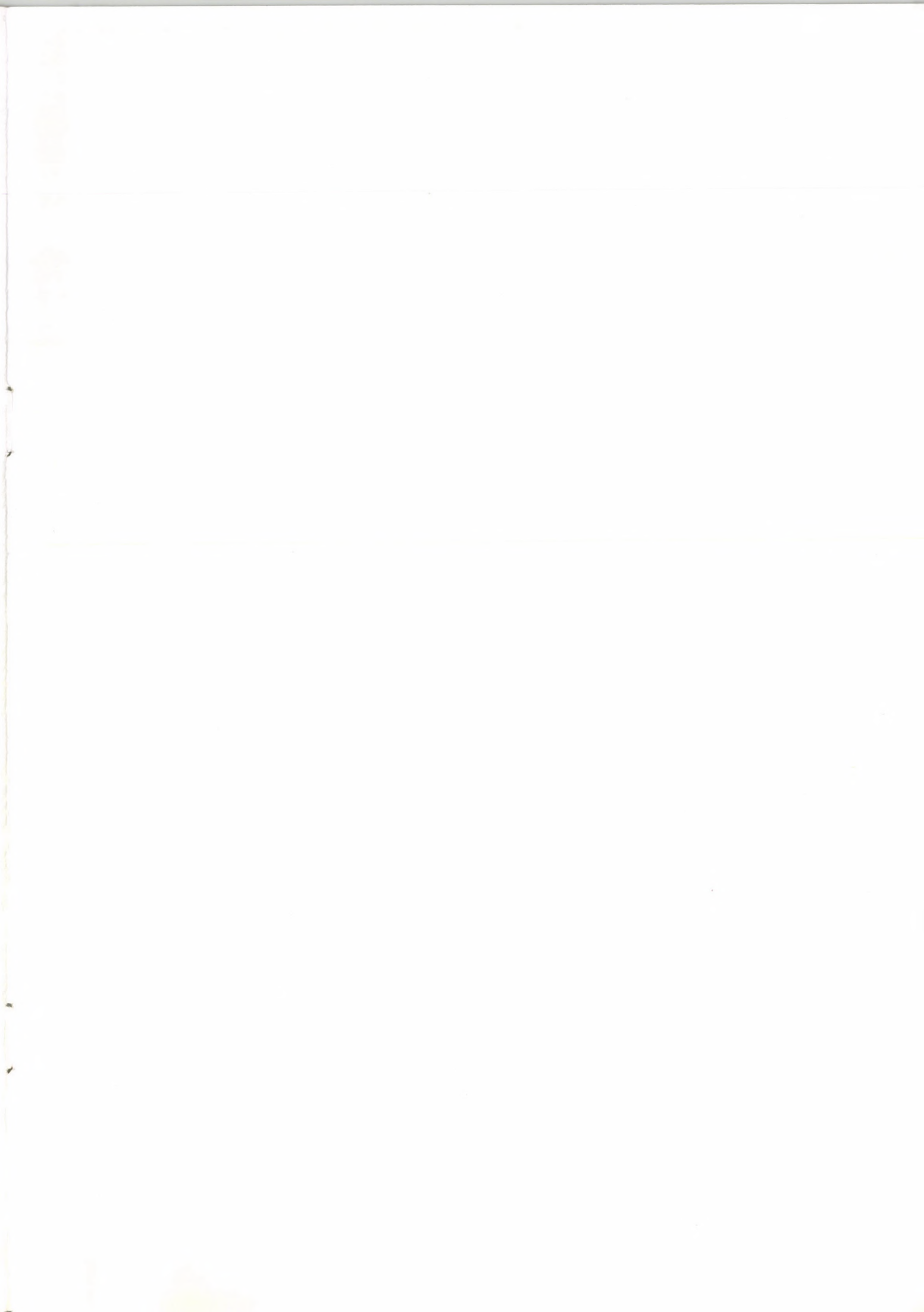
*** RESULTS ***

JUN	MASS FLOW [KG/S]	VOL	PRESSURE [BAR]	TEMPERATURE [DEG C]	QUALITY
51	1502.6126	1	121.3507	296.1635	-0.000000
52	1502.6126	2	121.2348	296.1616	-0.000000
53	1502.6126	3	119.8103	281.9410	-0.000000
54	1502.6126	4	118.7942	266.9846	-0.000000
55	1502.6126	5	121.0873	266.9924	-0.000000
56	1502.6126	6	123.3442	267.0000	-0.000000
57	9115.6055	7	123.2698	267.3351	-0.000000
58	9115.6055	8	123.3866	267.3355	-0.000000
59	9115.6055	9	122.5600	282.1256	-0.000000
60	1502.6126	10	121.6617	296.1684	-0.000000
61	7612.9929	11	121.3623	296.1636	-0.000000
62	7612.9929	12	121.2424	296.1617	-0.000000
63	7612.9929	13	119.7841	282.1323	-0.000000
64	7612.9929	14	118.7340	267.3853	-0.000000
65	7612.9929	15	120.9814	267.3933	-0.000000
66	7612.9929	16	123.1938	267.4010	-0.000000
67	7612.9929	0	122.5600	267.3326	-0.000000
68	0.0000				
69	-0.0000				

*** RESULTING PRESSURE DIFFERENTIALS ***

J	JUN	FROM	TO	DENSITY [KG/M3]	TOTAL PD [BAR]	GRAV PD [BAR]	FORM LOSS [BAR]	FRICTION [BAR]	PUMP PD [BAR]
1	51	1	2	7.2820D 02	-1.1587D-01	3.9278D-02	0.0	-1.5515D-01	0.0
2	52	2	3	7.2819D 02	-1.4245D 00	-1.7348D-01	-2.1834D-01	-3.4689D-01	0.0
3	53	3	4	7.5590D 02	-1.0161D 00	2.2956D-01	-1.3068D-01	-3.7452D-01	0.0
4	54	4	5	7.8174D 02	2.2931D 00	2.8769D-02	0.0	-1.1019D-01	2.3745D 00
5	55	5	6	7.8203D 02	2.2569D 00	-5.5217D-02	0.0	-6.4281D-02	2.3764D 00
6	56	6	7	7.8231D 02	-7.4348D-02	3.0052D-01	-3.3917D-01	-3.2459D-02	0.0
7	57	7	8	7.8175D 02	1.1675D-01	1.8975D-01	-5.0597D-02	-9.2090D-03	0.0
8	58	8	9	7.8170D 02	-8.2657D-01	-2.7898D-01	-1.3619D-02	-1.1116D-01	0.0
9	59	9	10	7.5599D 02	-8.9830D-01	-3.4556D-01	-1.8489D-02	-1.1122D-01	0.0
10	60	10	1	7.2825D 02	-3.1100D-01	6.5352D-02	-1.8196D-01	-1.0473D-01	0.0
11	61	11	12	7.2821D 02	-1.1991D-01	3.9278D-02	0.0	-1.3319D-01	0.0
12	62	12	13	7.2819D 02	-1.4583D 00	-1.7338D-01	-2.2418D-01	-2.9807D-01	0.0
13	63	13	14	7.5554D 02	-1.0501D 00	2.2944D-01	-1.3424D-01	-3.2184D-01	0.0
14	64	14	15	7.8108D 02	2.2473D 00	2.8744D-02	0.0	-9.4680D-02	2.3318D 00
15	65	15	16	7.8136D 02	2.2125D 00	-5.5170D-02	0.0	-5.5232D-02	2.3336D 00
16	66	16	7	7.8163D 02	7.6012D-02	3.0052D-01	-1.8319D-01	-3.4567D-02	0.0
17	67	10	11	7.2825D 02	-2.9942D-01	6.5351D-02	-1.6500D-01	-9.0042D-02	0.0
18	68	7	0	7.8175D 02	-7.0982D-01	-6.4700D-01	-4.2774D-31	-1.7045D-22	0.0
19	69	10	0	7.2825D 02	8.9830D-01	-2.1221D-01	5.3182D-31	4.3945D-24	0.0







Kiadja a Központi Fizikai Kutató Intézet
Felelős kiadó: Gyimesi Zoltán
Szakmai lektor: Tóth Iván
Példányszám: 50 Törzsszám: 82-63
Készült a KFKI sokszorosító üzemében
Felelős vezető: Nagy Károly
Budapest, 1982. január hó