SBORNÍK ČESKOSLOVENSKÉ SPOLEČNOSTI ZEMĚPISNÉ

Ročník 1966 ● Číslo 1 ● Svazek 71

VLADIMÍR MATOUŠEK, JAN ZELINKA

MEZIOSTROVNÍ PŘEPRAVA V INDONÉSII

Indonésii tvoří zhruba 15 tisíc ostrovů, z nichž má větší hospodářskou cenu kolem 3 tisíc. Tato skutečnost i poměrně velké vzdálenosti mezi ostrovy velmi ztěžují hospodářské spojení mezi nimi. Vzdálenost od západního okraje k východnímu činí 5110 km, od severního k jižnímu 1888 km. Kromě toho má Indonésie v souasné době absolutní nedostatek lodního prostoru, nehledě na to, že jen poměrně málo přístavů je zařízeno pro moderní dopravu.

Dlouhodobější vývoj ukazuje, že množstvím není přeprava mezi jednotlivými ostrovy nijak zvlášť veliká, nebereme-li v úvahu zámořskou dopravu, která v řadě případů navazuje na tzv. exportní výrobu naroubovanou na ekonomiku Indonésie v koloniální době. Hodnotově představoval zámořský export v průměru let 1960—1962 zhruba 34,6 mld rupií, což jen o málo převyšovalo dovoz. Hodnota meziostrovní přepravy činila v téže době 55,6 mld rupií. Dopravu však zajímá v prvé řadě váhové množství přepravovaného zboží, což bezprostředně souvisí s tonáží loďstva, které má Indonésie k dispozici. Za rok se přepraví mezi ostrovy v Indonésii zhruba 6,4 mil. t zboží.[1]) Zámořský export činil za tutéž dobu 16 mil. t.[2])

V roce 1962 měla Indonésie celkem 304 plavidel s více než 100 BRT, což představovalo 301 400 BRT, z čehož pobřežní a meziostrovní plavbu obstarávalo 290 lodí s 234 100 BRT. Do nedávné doby hrála rozhodující úlohu v meziostrovní přepravě nizozemská společnost KPM (Koninklijcke Paaketwaar Matschapij), která vlastnila zhruba 100 lodí o celkové tonáži 150 tis. BRT. V roce 1957 byla námořní přeprava znárodněna, což mělo za následek, že meziostrovní spojení bylo vážně ohroženo. Domácí společnosti, mezi nimi Pelni (Pelajaran Nasional Indonesia) se státní účastí, měly úhrnem pro meziostrovní přepravu 123 lodí se 72 367 BRT. (KPM dala příkaz svým lodím k odplutí do Nizozemska.)

Pro nedostatek lodního prostoru tím více vyniká nutnost co největší efektivnosti námořní přepravy. Z dosavadních šetření vyplývá, že jde o přepravu značně roztříštěnou, velmi často o zbytečné přepravy, což v řadě případů znamená i nevyužití lodního prostoru.

V naší úvaze sledujeme meziostrovní nebo pobřežní (kabotážní) přepravu několika málo výrobků, jako jsou rýže, cement, ryby, cukr a kopra. Nejde o množství nijak zvlášť velká, přesto však by mohla být uvedená přeprava organizovaná poněkud jinak — podle našeho názoru úsporněji. Upozorňujeme,

---

[1]) Tříletý průměr let 1960—1962 podle Statistical Pocket book of Indonesia, Djakarta, Biro Pusat Statistik, 1962.

[2]) Porovnáme-li řadu: meziostrovní přeprava 6,4 mil. t za 55,6 mld rupií, zámořský export 16 mil. t za 34,6 mld. rupií, vidíme jasně, i když bereme v úvahu ceny uvnitř státu, které se odlišují od tzv. světových cen výrobků na mezinárodních trzích, nevýhodnou úlohu Indonésie jako dodavatele „laciných" surovin.

že neznáme podrobné vnitřní členění přepravovaných výrobků, např. nevíme, jde-li o sadbovou rýži, ryby solené, sušené nebo v konservách, není známa nosnost a upotřebení cementu atd. Poněvadž nám jde hlavně o metodický přístup k řešení určitého hospodářskogeografického problému, bereme v úvahu výrobek bez dalšího členění podle kvality a používáme k ní tzv. výchozích („exportních") a dovozních („importních") přístavů v meziostrovní přepravě.

Při sledování mapy přeprav se objevuje otázka, zdali soustava přepravních směrů, tak jak se uskutečnila v roce 1960, je nejvýhodnější nebo lze-li stanovit takový přepravní plán, aby celkové náklady na něj byly co nejmenší. Má se tedy určit množství výrobků, které je nutno z výchozích přístavů dopravit do míst spotřeby (v našem případě zjednodušeně jen do dovozních přístavů).[3])

V roce 1960 činila délka přeprav ryb, resp. výrobků z nich, 58 471 km. Geograf se může nejvýš ptát, je-li to hodně nebo málo a zůstává zpravidla u sumarizace výsledných statistických dat. Tím se dostává k určité hranici svých možností, poněvadž geografickými metodami se nemůže pokusit ani o tzv. přijatelné řešení, tím méně pak o řešení optimální.[4])

Optimální řešení v daném případě ukazuje, že přepravní tahy je možno zkrátit z více než 58 tis. km na 9230 km, abychom uvedli aspoň jeden příklad. Uvědomujeme si však, že celý problém souvisí s celkovou strukturou meziostrovní přepravy, tonáží, která je v jednotlivých přístavech v určitém okamžiku přístavu k disposici, možností využití lodního prostoru ke zpětnému pohybu lodí, s otázkou pravidelné, resp. trampové přepravy atd.

Při naší úvaze vycházíme z předpokladu centrálního řízení národního hospodářství, tedy i dopravy. V soustavě volného podnikání půjde jen velmi těžce sladit zájmy drobných majitelů lodí se zájmy společnosti. Drobní majitelé vlastní v současné době zhruba jednu třetinu tonáže, zpravidla malého výtlaku. Počtem lodí je poměr obrácený. Tím chceme naznačit, že v mnohých případech nebude ani možno přepravu zkracovat do té doby, dokud nebudou v provozu lodi vyšší nosnosti.

Údaje, které jsme označili jako optimální, byly vypočteny na základě řešení několika dopravních modelů. Pro řešení bylo použito tzv. modifikované metody. Úlohy jsou malého rozsahu, takže je možno řešit je pohodlně i ručně. Úlohy většího rozsahu je možno řešit na samočinném počítači. Pro některé úvahy vystačíme s řešením, které není sice optimální, ale pouze aproximací optimálního řešení.

Popišme nejprve předpoklady, ze kterých při modelování vycházíme. Tento jednoduchý model předpokládá, že se uskutečňuje přeprava homogenního substrátu od dodavatelů D_1, $D_2 \ldots, D_m$ k odběratelům $S_1, S_2, \ldots, S_n$. Každému dodavateli a odběrateli je přiřazena kapacita, kterou označíme např. $a_1, a_2, \ldots, a_m$; $b_1, b_2, \ldots, b_n$. V našem případě jsou dodavateli exportující přístavy, odběrateli přístavy přijímací. Jejich kapacity byly vypočteny, jak již bylo uvedeno, z oficiálních statistických pramenů. Pro sestavení modelu je třeba dále rozhodnout, podle jakého kritéria budeme posuzovat výhodnost či nevýhodnost přepravy. Nejjednodušším kritériem je délka přepravy. Tento ukazatel byl také vzat v úvahu při řešení uvedených úloh. Potřebujeme proto pro sestavení modelu znát vzdále-

---

[3]) Výchozí statistický materiál je uveden v příručce Statistical Pocket book of Indonesia 1962, kde jsou uveřejněna data pro rok 1960.

[4]) Předpokládáme, že teorie lineárního programování, o nichž při řešení námi uvedených problémů jde, bude trvalou součástí výuky geografů aspoň v té míře, aby mohl úkoly nejen stanovit, ale snazší příklady i sám řešit.

nosti mezi jednotlivými místy. Označíme tyto vzdálenosti obecně symboly $c_{11}, c_{12}, \ldots, c_{mn}$. První index odpovídá dodavateli, druhý index odpovídá odběrateli (c_{12} tedy označuje vzdálenost mezi prvním dodavatelem a druhým odběratelem). Mnohdy v praxi narazíme na to, že od dodavatele k odběrateli nevede cesta nebo převoz zboží není z různých důvodů povolen. Z ryze praktických důvodů přisuzujeme pak takové fiktivní cestě prohibitivní sazbu M, kterou může být např. vhodně zvolené velké číslo.

Označme symboly x_{ij} objem přepravovaného substrátu od i-tého dodavatele k j-tému spotřebiteli. Vzhledem k tomu, že dodavatelů je m a spotřebitelů n, dostáváme $m \times n$ ukazatelů objemu přepravovaného množství.

Sestavme nyní matematický model této úlohy.

Je zřejmé, že součet dodávek od určitého dodavatele, např. i-tého, nesmí překročit jeho kapacitu. Tuto skutečnost zapíšeme matematicky ve formě nerovností

$$x_{i1} + x_{i2} + \ldots + x_{in} \leqq a_i. \tag{1}$$

Za předpokladu vyrovnanosti kapacit dodavatelů a kapacit odběratelů musíme vztah formulovat jako rovnici

$$x_{i1} + x_{i2} + \ldots + x_{in} = a_i. \tag{2}$$

Stavu vyrovnanosti se snažíme dosáhnout již vzhledem k požadavkům metody pro řešení. Pokud toho nedosáhneme úpravami podkladů před sestavením modelu, zařazujeme do modelu fiktivního odběratele v případě, že kapacity dodavatelů jsou větší než kapacity odběratelů, nebo fiktivního dodavatele v opačném případě.

Dále je zřejmé, že součet dodávek jednotlivým spotřebitelům musí naplňovat jejich požadavky. Tuto skutečnost formulujeme pro j-tého odběratele jako rovnici

$$x_{1j} + x_{2j} + \ldots + x_{mj} = b_j. \tag{3}$$

Omezení prvého a druhého typu tvoří tzv. vlastní omezení modelu

$$\begin{array}{llllll}
x_{11} + x_{12} + \ldots + x_{1n} & & & & = a_1 & \\
& x_{21} + x_{22} + \ldots + x_{2n} & & & = a_2 & \\
& & \ddots & & & \\
& & & x_{m1} + x_{m2} + \ldots + x_{mn} & = a_m & (4) \\
x_{11} & + x_{21} \ldots & & + x_{m1} & = b_1 & \\
\quad x_{12} & \quad + x_{22} \ldots & & \quad + x_{m2} & = b_2 & \\
\quad\quad \ddots & & & & & \\
\quad\quad\quad x_{1n} & \quad\quad + x_{2n} + \ldots & & \quad\quad + x_{mn} & = b_n &
\end{array}$$

Přeprava mezi místem i, j se může nebo nemusí uskutečnit. Neuskuteční-li se přeprava žádná, nabývá proměnná x_{ij} hodnotou nulovou. V žádném případě není přípustné, aby proměnná byla záporná. Je nereálné přepravovat záporná množství. Tento požadavek formulujeme podmínkami nezápornosti.

$$x_{11} \geqq 0,\ x_{12} \geqq 0, \ldots, x_{mn} \geqq 0. \tag{5}$$

Třetí část modelu tvoří tzv. účelová funkce. Je to vyjádření požadavku na optimalizaci modelu. Účelová funkce má v tomto případě tvar

$$z = c_{11} x_{11} + c_{12} x_{12} + \ldots + c_{mn} x_{mn}. \qquad (6)$$

Je-li c_{ij} kilometrická vzdálenost a x_{ij} objem přepravovaného produktu, je funkce z vlastním ukazatelem objemu přepravy v tkm.

Matematicky formulujeme úlohu pak takto.

Najít minimum formy (6) při omezeních (4), (5).

Pro řešení dopravní úlohy bylo vypracováno mnoho metod. Jednou z nejrozšířenějších je tzv. metoda distribuční.

Ukažme postup řešení na jednoduchém příkladě vzhledem k tomu, že praktické úlohy jsou rozsáhlejší. Předpokládejme např., že máme převážet některý produkt pouze ze tří prvých přístavů do čtyř prvých přístavů. Kapacity dodavatelů i odběratelů jsou smyšlená čísla.

Výchozí tabulka má tvar:

		Semarang	Surabaja	Belawan	Djambi	Kapacita dodavatele v t
		1	2	3	4	
Djakarta	1	360	720	1500	1140	1000
Semarang	2	0	360	1920	1500	1500
Surabaja	3	360	0	2040	1780	1500
Kapacita odběratele v t		800	1200	1500	500	

Předtím, než použijeme vlastní optimalizační metodu, musíme vyhledat tzv. základní řešení. Základním (bázickým) řešením nazýváme u dopravního problému takové řešení, při kterém počet nenulových x_{ij} je roven nejvýše $m + n - 1$ (m je počet dodavatelů — n počet odběratelů). Řešení, které obsahuje více než $m + n - 1$ nenulových x_{ij}, nazýváme nezákladním řešením; řešení s menším počtem nazýváme pak řešením degenerovaným.

Pojem a vlastnosti bázického řešení nebudeme dále rozebírat. Uvedeme pouze toto tvrzení bez důkazů: Má-li úloha optimální řešení, má též b á z i c k é optimální řešení. Na základě toho vidíme, že stačí hledat optimální řešení mezi tzv. bázickými řešeními.

Výchozí bázické řešení najdeme obvykle velmi snadno. Nejjednodušší metodou je tzv. metoda severozápadního rohu. Postup metody je asi takový: Do tabulky se základními údaji zapisujeme vždy menší z čísel a_i, b_j, a to počínaje od levého horního rohu tabulky. Po každém obsazení políčka snížíme okrajová čísla o danou hodnotu. To znamená, že při každém obsazení vyčerpáme jednu z kapacit. Postupujeme-li systematicky tímto způsobem, obsadíme nejvýše $m + n - 1$ polí, neboť při posledním kroku vzhledem k vyrovnanosti kapacit spotřebitelů a dodavatelů vyčerpáme současně jak kapacitu dodavatele, tak kapacitu spotřebitele.

Postup obsazování v naší tabulce je naznačen dále:

c_{ij} x_{ij}					
	1	2	3	4	
1	360 800	720 200	1560	1140	(1000 200) 0
2	0	360 1000	1920 500	1500	(1500 500) 0
3	360	0	2040 1000	1780 500	(1500 500) 0
	(800) 0	(1200) 0	(1500) 0	(500) 0	

Nejprve obsadíme pole (11) 800, dále pak pole (12) 200, pole (22) 1000, pole (23) 500, pole (33) 1000, pole (34) 500.

Toto řešení předpokládá 4,722 000 tkm. Řešení není zdaleka optimální. Mechanické obsazení tabulky vede velmi často k málo výhodným řešením. Proto pro získání výchozího základního řešení používáme aproximačních metod. Některé z nich dávají tak dobré přiblížení a optimálnímu řešení, že se další zlepšování považuje za zbytečné, neboť odchylky od modelu, určitá zjednodušení apod. nedovolí zcela aplikovat optimální výsledek. Nejjednodušší z aproximačních metod je metoda indexní. Princip této metody spočívá v podstatě v tom, že obsazování tabulky neprovádíme mechanicky, ale při obsazování béřeme v úvahu pokud možno nejmenší c_{ij}. Tímto postupem dosáhneme obvykle daleko lepšího výsledku než metodou severozápadního rohu. V našem případě dostaneme toto řešení:

	1	2	3	4	
1	360	720	1560 500	1140 500	(1000 500) 0
2	0 800	360	1920 700	1500	(1500 700) 0
3	360	0 1200	2040 300	1780	(1500 300) 0
	(800) 0	(1200) 0	(1500 1000 300)	(500) 0	

Nejprve obsazujeme pole (21) 800, dále (32) 1200, (14) 500, (13) 500, (23) 700, (33) 300.

Toto řešení předpokládá 3,206 000 tkm. Je podstatně lepší než řešení, které jsme dostali metodou severozápadního rohu.

Mezi nejúčinnější aproximační metody však metoda indexní nepatří. Dá se ukázat, a praxe to potvrzuje, že přiblížení k optimu není vždy nejlepší. Mezi nejúčinnější aproximační metody patří metoda Vogelova (VAM). Popis této metody však přesahuje rámec této stati.

Máme-li k dispozici výchozí základní řešení, můžeme použít pro dořešení, tj. pro dovedení úlohy do optima distribuční metody. Jde o metodu iterační. V jednom kroku provádíme vždy tyto tři základní operace:

1. Testování optima
2. Určení vystupující proměnné
3. Transformace řešení.

1. Testování optima

Políčka obsazená v tabulce odpovídají nenulovým proměnným. Vypočteme nejprve pro tato obsazená pole tzv. okrajová pomocná čísla. Výpočet provádíme v tabulce, ze které vypustíme sloupce a řádek kapacit. Okrajová čísla označíme symboly u_i, v_j.

Výpočet zahájíme volbou libovolného okrajového čísla. Nejvhodnější je zvolit číslo v té řadě, ve které je nejvíce obsazených polí. Příslušné okrajové číslo zvolíme rovno nule. Vyjdeme-li v našem případě z tabulky obsazené metodou severozápadního rohu, je nejvhodnější zvolit ve třetím sloupci $v_3 = 0$. Dále postupujeme tak, že určíme okrajová čísla přes obsazená pole třetího sloupce. Součet okrajových čísel má být roven sazbě v příslušném obsazeném políčku, tj. např.

$$u_1 + v_3 = 1560$$
$$u_2 + v_3 = 1920$$
$$u_3 + v_3 = 2040$$

vzhledem k tomu, že $v_3 = 0$, dostaneme

$$u_1 = 1560$$
$$u_2 = 1920$$
$$u_3 = 2040$$

Přes další obsazená pole v prvém, druhém a třetím řádku pak dostaneme zbývající okrajová čísla.

	1	2	3	4	u_i
1	360	720	1560 500	1140 500	1560
2	0 500	360	1920 700	1500	1920
3	360	0 1200	2040 300	1780	2040
v_j	— 1920	— 2040	0	— 420	

Přes pole (14) okrajové číslo v_4 musí totiž platit

$$u_1 + v_4 = 1140;$$

dosadíme-li za u_1, dostaneme

$$1560 + v_4 = 1140 \quad \text{a} \quad \text{odtud } v_4 = -420.$$

Dále pak přes pole (21) $v_1 = -1920$,
neboť $u_2 + v_1 = 0$. Dosazením za u_2

$$1920 + v_1 = 0$$
$$v_1 = -1920.$$

Konečně obdobným způsobem vypočteme $v_2 = -2040$.

Nyní přistoupíme k vlastnímu testování optima. Do polí tabulky sečteme nejprve okrajová čísla odpovídající řádku a sloupci, které se v poli protínají. Dostaneme tyto výsledky:

	1	2	3	4	u_i
1	360 — 340	720 — 460	1560 1560 | 500	1140 1140 | 500	1560
2	0 0 | 800	360 — 120	1920 1920 | 700	1490 1490	1920
3	360 120	0 0 | 1200	2040 2040 | 300	1780 620	2040
v_j	— 1920	— 2040	0	— 420	

Součtem pomocných okrajových čísel dostáváme pomocné ukazatele, které označíme c'_{ij}. Tito ukazatelé vyjadřují obecně náklady spojené s ekvivalentní kombinací přeprav. V našem případě je třeba si představit pod pojmem náklady kilometrickou vzdálenost. Je-li ekvivalentní kombinace výhodnější, je ukazatel $c'_{ij} < c_{ij}$. Naopak je-li ekvivalentní kombinace nevýhodná, je $c'_{ij} > c_{ij}$. Na poli, pro které platí, že

$$c'_{ij} > c_{ij},$$

provedeme pak určité změny, které zasáhnou některá další pole tabulky. Změnu provádíme však pouze s jednou proměnnou. Je-li proměnných, pro které platí, že $c'_{ij} > c_{ij}$, několik, vybereme tu, pro kterou $c'_{ij} - c_{ij}$ je maximální.

Nenajdeme-li v tabulce žádná pole s $c'_{ij} > c_{ij}$, tj. pro všechna pole platí, že

$$c'_{ij} \leqq c_{ij},$$

pak řešení v tabulce je optimální. V našem případě narážíme na nevhodnou relaci mezi sazbami v políčku (24), kde $c'_{24} = 1500$ a $c_{24} = 1490$.

Skutečná sazba je nižší, a proto můžeme přesunem na toto pole řešení zlepšit. Jinými slovy změníme řešení tak, že za proměnnou x_{24} dosadíme číslo > 0.

Na tomto místě končí první etapa kroku, v případě, že nebylo dosaženo optima, je určena vstupující proměnná.

2. Určení vystupující proměnné

Je-li určena vstupující proměnná, je nutné určit tu proměnnou, kterou tato v bázickém řešení zastoupí. Způsob vyhledávání vystupující proměnné je jednoduchý. Pro vyhledání použijeme opět tabulky se základními údaji. Nejprve určíme uzavřený okruh k políčku vstupující proměnné. Okruh vychází z políčka vstupující proměnné a prochází vedlejšími obsazenými poli a vyústí zpět do políčka vstupující proměnné. Políčka okruhu označíme střídavě symboly + *a* — počínaje políčkem vstupující proměnné. Okruh pro políčka (24) jde v našem případě přes políčko (23) označené —, políčko (13) označené + a políčko (14) označené —.

	1	2	3	4
1	360	720	1560 + 500	1140 — 500
2	0 800	360	1920 — 700	1490 +
3	360	0 1200	2040 300	1780

Smysl tohoto opatření je zřejmý. Dosadíme-li do pole (24) nějakou hodnotu, musí v poli (23) tutéž hodnotu ubrat, aby nebyla porušena podmínka v řádku druhém. Tím, že snížíme v poli (23) hodnotu proměnné, vyvoláme potřebu upravit bilanci v poli (13). Dále bude třeba ještě poopravit proměnnou v poli (14), která navazuje na vstupující proměnnou. Provedeme-li úpravu na okruhu, budou zachovány výchozí podmínky. Toho potřebujeme dosáhnout.

Rozdíl mezi c'_{ij} a c_{ij} udává, o kolik klesne účelová funkce, zvýší-li se vybrané x_{ij} o jednotku. Naší snahou bude dosadit tudíž za vstupující x_{ij} co nejvyšší číslo. Přitom jsme však omezeni. Je zřejmé, že za vstupující proměnnou nemůžeme dosadit více, než je ta hodnota nejmenší z proměnných, jež leží v poli označeném —. Kdybychom totiž zvýšili hodnotu proměnné nad tuto mez, dostali bychom nepřípustné řešení, neboť proměnné ležící v kritickém poli by byly záporné. V našem případě můžeme dosadit do pole (24) pouze 500 [min (500, 700)].

	1	2	3	4	u_i
1	360 — 360	720 — 480	1560 1560 1000	1140 1130	1560
2	0 0 800	360 — 120	1920 1920 200	1490 500	1920
3	360 120	0 0 1200	2040 2040 300	1780 1610	2040
v_j	— 1920	— 2040	0	— 430	

Proměnnou takto vybranou nazýváme proměnnou vystupující, neboť po úpravě řešení nabude hodnoty nula.

3. T r a n s f o r m a c e ř e š e n í

Transformaci řešení provedeme tak, že na pole označené + přičteme hodnotu vystupující proměnné a z polí označených — tuto hodnotu odečteme.

Změněné řešení je obsaženo v další tabulce:

Tím je krok algoritmu distribuční metody uzavřen. Postup se opakuje nyní od začátku znovu.

Provedeme-li v našem příkladě znovu výpočet pomocných okrajových čísel a dále jejich součet, dospějeme k závěru, že nové řešení je již optimální, neboť platí

$$c'_{ij} \leqq c_{ij}.$$

Řešení obsažené v tabulce předpokládá potřebu 3,201 000 tkm a je jediným optimálním řešením úlohy.

Popsaný algoritmus pro řešení dopravní úlohy je poměrně nenáročný. Pro úlohy většího rozsahu — je nutno provést po dosažení optima velký počet kroků — je ruční výpočet poměrně zdlouhavý. Lze proto doporučit v takovém případě použití moderní výpočetní techniky.

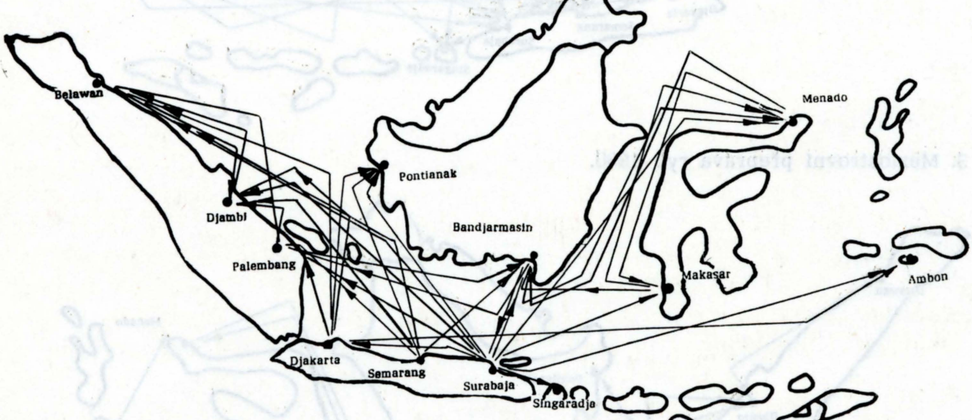
Předvedený model je jistě zjednodušujícím modelem skutečnosti. V řadě případů je možno použít složitějších, ale i pracnějších modelů. Pokud jde o úlohy distiribučního charakteru, jde často o modely označované např. jako obecný distiribuční problém, přiřazovací problém apod.

V z d á l e n o s t i m e z i j e d n o t l i v ý m i p ř í s t a v y

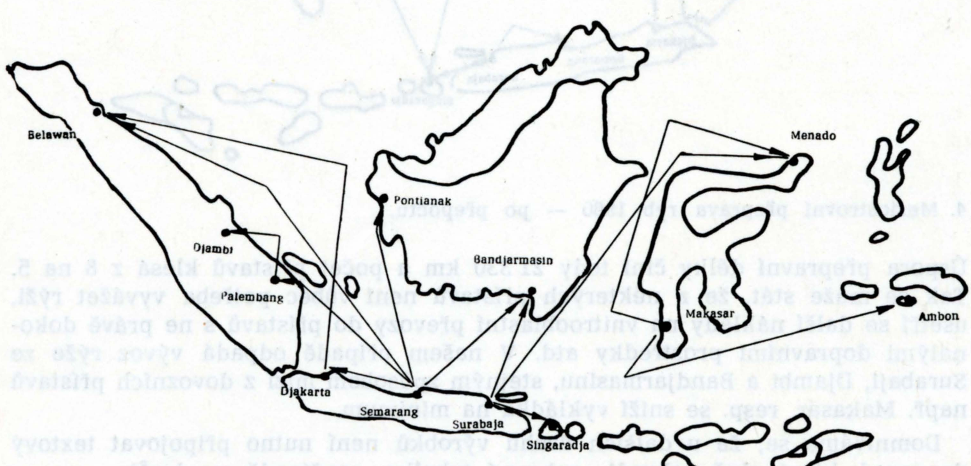
	Semarang	Surabaja	Belawan	Djambi	Palembang	Pontianak	Bandjarmasin	Makasar	Menado	Ambon	Singaradja
Djakarta	360	720	1560	1140	660	720	1000	1500	2800	2520	1080
Semarang	—	360	1920	1500	1020	840	660	1140	2460	2160	720
Surabaja		—	2040	1780	1380	960	540	780	2100	1800	360
Belawan			—	1080	1560	1260	1900	2700	4100	3800	2400
Djambi				—	480	900	1400	1800	3240	3200	1800
Palembang					—	540	1080	1400	2880	2880	1500
Pontianak						—	1080	1620	2650	2600	1260
Bandjarmasin							—	720	1620	1980	540
Makasar								—	1620	1260	630
Menado									—	900	2100
Ambon										—	1440
Singaradja											—

Nakonec uvádíme výsledky námi provedeného propočtu. Např. při přepravě ryb jde o 10 výchozích přístavů a 47 dopravních linií z nich. Po přepočtu se snižuje počet přístavů na 7 a množství dopravních tahů na 11. V naší úvaze jsme sledovali pouze zkrácení délky přeprav, tím ovšem i fakticky snížení dopravních nákladů. I tak je vidět značnou úsporu v přepravních relacích, na připojených mapkách se rozdíl mezi oběma způsoby přeprav rýsuje zcela jasně.

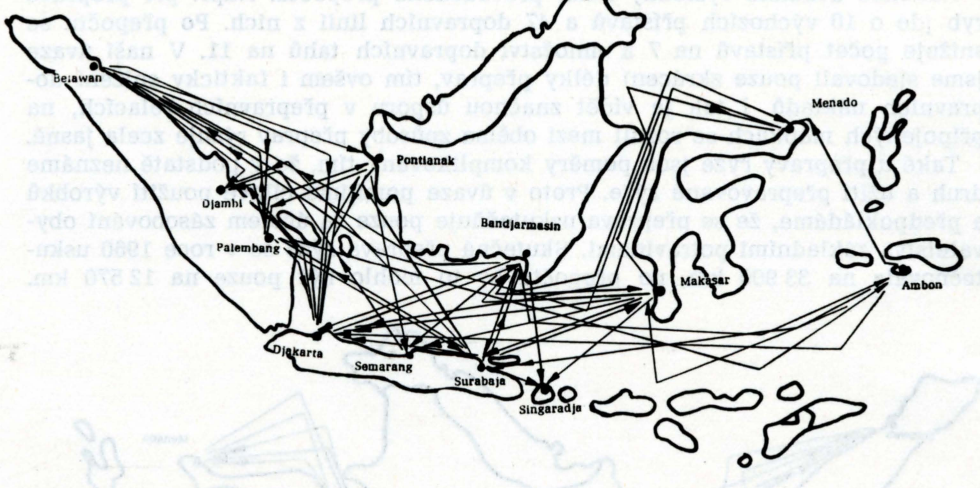
Také u přepravy rýže jsou poměry komplikovány tím, že v podstatě neznáme druh a užití přepravované rýže. Proto v úvaze pomíjíme cílové použití výrobků a předpokládáme, že se přeprava uskutečňuje pouze za účelem zásobování obyvatelstva základními potravinami. Skutečná přeprava rýže se v roce 1960 uskutečňovala na 33 900 km, po přepočtu by to mohlo být pouze na 12 570 km.



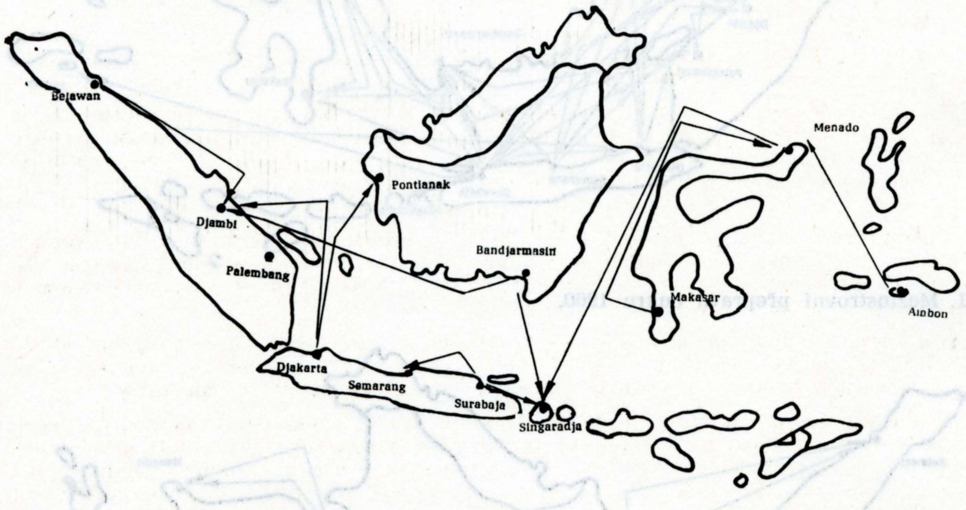
1. Meziostrovní přeprava cukru 1960.



2. Meziostrovní přeprava cukru 1960 — po přepočtu.



3. Meziostrovní přeprava ryb 1960.



4. Meziostrovní přeprava ryb 1960 — po přepočtu.

Úspora přepravní délky činí tedy 21 330 km a počet přístavů klesá z 8 na 5. Tak se může stát, že z některých přístavů není vůbec potřeba vyvážet rýži, ušetří se další náklady na vnitrooblastní převozy do přístavů s ne právě dokonalými dopravními prostředky atd. V našem případě odpadá vývoz rýže ze Surabaji, Djambi a Bandjarmasinu, stejným způsobem mizí z dovozních přístavů např. Makasar, resp. se sníží vykládka na minimum.

Domníváme se, že u dalších druhů výrobků není nutno připojovat textový doprovod, který plně nahradí souhrnná tabulka, popřípadě mapky.[5])

---

[5]) Připojené mapky zachycují přepravní tahy tak, jak se uskutečnily v roce 1960 a jak by měly ve skutečnosti vypadat. Jde o vybrané případy.

Druh přepr. zboží	Délka skut. přeprav 1960 km	Délka přepravy po přepočtu km	Počet skut. vých. příst.	Počet přístavů po přep.	Přepravené výrobky v 1000 kg 1960
Ryby	58 471	9 230	10	7	3 689 024
Rýže	33 900	12 570	8	5	3 429 529
Kopra	53 270	19 800	10	6	1 828 988
Cement	47 244	11 040	9	5	5 857 597
Cukr	38 020	12 720	9	5	4 266 854

INTER-ISLAND TRANSPORT IN INDONESIA

Indonesia as an insular state faces a series of problems of inter-island transport of products, covering sometimes distances of several thousands of kilometers. The state measures 5.110 km from West to East, and 1.888 km from North to South. This situation and the fact that the present tonnage or carrying capacity of ships is relatively small, it calls for a most effective inter-island transport. On consulting the map of transport routes, the question arises whether the transport directions of certain products (e. g. rice, cement, fish, copra) are the most advantageous or if it were possbile to determine such a plan of transport as to decrease the total costs as much as possible.

The present paper attempts at a methodical approach to certain economic-geographical problems by means of calculations of linear programming.

We do not know, of course, the detailed inner classification of transported products, e. g. no closer dates on rice are known (whether transported in the from of seed or as a foodstuff). We do not know the total structure of the inter-island transport, the tonnage which is at the disposal in the docks at a certain time, the possibilities of making use of a free cargo space for return passages, etc.

Therefore we have rather simplified the main problem in considering the product without its further classification according to quality. We have been speaking of "export" and "import" ports in the inter-island transport, and have considered the transport as a centrally controlled institution, etc.

We have avoided, for instance, the transport of goods from manufacturing areas to "export" ports, and from "import" ports to areas of consumption, and a series of further details which-if summed up-can influence the results considerably.

In the solution of this problem the so-called modified stepping stone method has been applied. A simple model simulates the transport of homogenous product from supplier $D_1, D_2 \ldots D_m$ to consumers $S_1, S_2 \ldots S_n$. Each supplier has a certain capacity, e. g. $a_1, a_2 \ldots a_m$; $b_1, b_2 \ldots b_n$. In our case, suppliers are the "export" ports, consumers are the "import" ports.

For the up of the model it becomes necessary do determine certain criteria according to which advantages or disadvantages of the transport should be appreciated. The simplest criterion known is the length of the transport. Distances will be marked with general symbols $c_{11}, c_{12} \ldots c_{mn}$. Before the application of the optimalization method, we have to find the so-called basic solution which is usually quite simple. We can use, for instance the "northwest corner metod". In most cases the basic solution is not optimal.

Consequently, after the initial basic solution we apply the methods of approximation the simplest of which is the indexing method. To finish the solution of the problem, the method of distribution is applied, which tests the optimum, determines the variety at exit and is concerned with the transformation of the solution.

The above example is a simplified model of reality. Nevertheless the results of the calculations are of interest for the economic geographer, as shown in the enclosed maps and table.

Sort of transported goods	Length of actual transport in 1960 in km	Length of transport after conversion in km	Number of "export" ports before calculations	Number of ports after calculations	Transported goods in thousands of kg
fish	58 471	9 230	10	7	3 689 024
rice	33 900	12 570	8	5	3 429 529
copra	53 270	19 800	10	6	1 828 988
cement	47 244	11 040	9	5	5 857 597
suggar	38 020	12 720	9	5	4 266 854

Translated by Zdena Náglová