



národní
úložiště
šedé
literatury

Rozhodování v počáteční fázi architektonického projektu

Moučka, Jan
1969

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-3>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Licence Creative Commons Uveďte autora-Nezasahujte do díla 3.0 Česko

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 19.04.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

Ing. arch. Jan Moučka

ROZHODOVÁNÍ V POČÁTEČNÍ FÁZI ARCHITEKTONICKÉHO PROJEKTU

(kandidátská disertační práce, 1966)

Fakulta stavební ČVUT v Praze

Školitelé:

prof. dr.h.c. Oldřich Starý, FA ČVUT

univ. prof. RNDr. Otakar Zich Dr.Sc,

Universita Karlova v Praze

Oponent:

prof.ing.arch. Jiří Štursa, FA ČVUT

ÚVOD

1. Předmět a cíl práce

1.1 Předmět práce

1.1.1 Definice

str.

1

7

7

1.1.2	Úpravy prostředí	7
1.1.3	Projektování úprav prostředí	11
1.1.4	Projektová rozhodování	16
2.	<u>Modely a metody projektových rozhodování</u>	23
2.1	Kalkul slučitelnosti, _Obr 2.1-2.2, Tab. 1,2,3,4,5,6, vzorec (01)	25
2.2	Alokace do místností _Obr 2.3-2.8, vzorce (02), (03)	34
2.3	Spojení místností _Obr 2.9-2.11, vzorce (04), (05)	40
2.4	Plošný rozvrh vzorce (06) až (09)	44
2.4.1	Model	53
2.4.2	Metoda řešení	54
2.4.3	Příklady	63
3.	<u>Příklad použití formalizovaných postupů</u>	63
3.1	Popis procesu Tab.3.1-3.6	
3.2	Kalkul slučitelnosti	66
3.3	Varianty alokace do místností _Obr 3.1-3.4	71
3.4	Spojení místností _Obr 3.5-3.7, Tab.6 - 9	73
3.5	Plošný rozvrh _Obr 3.8-3.11	80
4.	<u>Jiné metody plošného rozvrhu</u>	82
4.1	Janů, Štursa, Voženílek	89
4.2	Whitehead, Eldars _Obr 41-43	91
4.3	Levin	91
4.4	Srovnání výstup IBM360 s kap. 2.4 _Obr 4.4	93
5.	<u>Použité symboly</u>	97
	<u>ZÁVĚR, LITERATURA</u>	99

ÚVOD

Na techniku a obsah projektové práce mají a budou mít v blízké budoucnosti vliv měnící se potřeby, nároky na vyšší kvalitu prostředí, vznik nových potřeb, nových prostředí pro činnosti které neexistovaly. Technický vývoj bude ovlivňovat projektovou praxi svými nároky na rychlost vytváření nových zařízení i prostředí.

Projektování ani žádná jeho složka se nebude moci nikdy v budoucnosti stát článkem, který by nějak zdržoval, neúměrně prodražoval nebo nějak jinak komplikoval vytváření nových úprav prostředí. Měl by být například postaven pavilon pro instalaci unikátního stroje. Požadovaná velikost a technické veličiny budou známy cca 6 měsíců před okamžikem, kdy má být stroj uveden do provozu. Za takových okolností není myslitelné, že by si architekt vyžádal lhůtu 4 měsíců, ve které by teprve mohl jeho návrh vyžrát. V takovém případě by prostě nebyl ke spolupráci přizván.

Před podobnou situací nejsou stavěni v současné době jen architekti. V řadě oborů dochází pod tlakem nových možností a rozsáhlých úkolů k převratu v přístupu k úkolům a tím i k technice, jíž je činnost těchto oborů prováděna. Za řadu jiných je možno jmenovat lékařství, navrhování složitých strojů nebo válečnou strategii, aby byly jmenovány obory blízké projektování v tom, že se donedávna opíraly z velké části o empirii a intuici. Intuitivní rozhodování bylo v těchto oborech vynuceno tím, že člověk byl stavěn před problémy příliš složité, problémy, které musel

řešit v časové tísní, před úkoly, pro jejichž řešení nějakou podrobnou analýzou problému prostě rychlost nebo kapacita lidského mozku nestačí.

Počátky vědecké revoluce, kterou tyto obory prošly, měly do značné míry společný průběh. Nejdříve vznikla nutnost řešit některý problém, pro jehož řešení se s dosavadní technikou nevystačilo, tento problém byl analyzován z hlediska obsahu, vyjádřen ve své formální podstatě, po formalizaci již bylo možné najít nebo vytvořit metodu řešení daného problému použitím exaktních prostředků.

Bylo-li řešení rozsáhlé anebo mělo-li být vícekrát opakováno, byl sestaven nějaký fyzikální systém, který k řešení daného problému slouží (analog) nebo byla metoda řešení programována pro samočinný počítač. Jestliže se výsledek ukázal jako neúspěšný v tom smyslu, že řešení problémů by mělo být z hlediska obsahu dokonalejší, nezbylo nic jiného než začít celý cyklus znova od obsahové analýzy, jejímž cílem bude dokonalejší formální vyjádření daného problému. Daný obor se však již dostal na cestu vědecké revoluce.

x x x

Stroje, nahrazující práci lidských rukou, nevytlačily lidskou práci, nezpůsobily žádný úpadek lidských schopností. Vedly jen k tomu, že lidská zručnost je jinak využívána, že je stavěna před jiné úkoly, než jakými bylo často jen vynaložení energie nebo opakování stále stejných úkonů. Přitom však stroje vedly k vysokému rozmachu výroby. Podobně je možno očekávat, že zařízení, která mají nahradit

některé funkce lidského mozku, nepovedou k nějakému úpadku duševních a tvůrčích schopností člověka. Může dojít a dochází k tomu, že některé druhy duševní práce mizí, ale jsou to opět ty druhy, jejichž principem bylo provádění opakovaných nebo mechanických úkonů. Naopak je možno předpokládat, že stroje mnohonásobí možnosti člověka všude tam, kde jejich použití bude vhodné.

Žádná existující zařízení dosud nenahrazují lidskou schopnost tvořit. Zvláštní princip tvorby nového, ať již v technice, umění nebo způsobu života, který je shrnutím a překonáním nebo popřením předešlého, není pravděpodobně dobře postižitelný prostředky, jakými jsou matematika, logika, kybernetika. Snad z toho důvodu, že nové vzniká zpravidla ve sféře obsahu a ne formy, kterou se obsah projevuje. Na druhé straně však platí, že i proces tvorby nového může být silně inspirován a podporován rychlostí, s jakou jsou zvládnuty výsledky a poznatky dosavadní.

x x x

Projektová práce ani práce architektů nejsou probíhající vědecko-technickou revolucí nedotčeny.

Existují metody konstrukce perspektivních nákresů pomocí samočinných počítačů. Zkonstruovaná perspektiva je buďto nakreslena strojem na papír, nebo může být zobrazovaný předmět "prohlížen" nebo doslova otáčen na výstupním zařízení, podobném televizní obrazovce.

Pomocí výpočtů na samočinných počítačích navrhuje B. Moretti tvary hledišť a tribun,

nejvýhodnější z hlediska diváků. V řadě zemí, i u nás, jsou pro řízení prací na složitých projektech používány tzv. metody analýz sítí, jejichž hlavním smyslem je dosáhnout časové souhry celého projektového týmu.

Ve výzkumu VÚVA byla navržena a také v praxi použita metoda optimálního výběru bytových sekcí při výstavbě sídlišť, přičemž mezi výchozími údaji, které jsou výpočtem respektovány, je demografická skladba obyvatelstva, ale také například urbanistický hmotový koncept sídliště.

Závažné jsou i nové možnosti v územním plánování. Několik zemí, mezi nimi i SSSR, se snaží vytvořit jakousi "banku dat", v níž by byly (tzn. v paměti počítače) uloženy všechny údaje potřebné pro územní plánování a řízení vývoje území. Pro koordinaci výstavby v území jsou u nás zaváděny metody analýzy sítí, s cílem dosáhnout dokončení staveb v rámci města nebo území ve správných časových souvislostech. Také rozhodování o rozmístění staveb v území již překračují rámec výzkumu. Ve VÚVA byla například navržena metoda a byl proveden výpočet rozmístění bytové výstavby v průmyslovém rajónu, přičemž byly respektovány například podmínky, aby čas strávený cestou za prací byl minimální a aby přitom žádný byt nebyl umístěn do nevhodného prostředí.

x x x

Již v několika posledních desítkách let je běžné, že projekt není výsledkem práce jednotlivce, ale celého kolektivu spolupracovníků, projektového

týmu. Mezi členy týmu se však budou stále častěji objevovat pracovníci, jejichž kvalifikací je využívání výpočetní techniky. Všichni ostatní členové projektového týmu budou s nimi muset najít společný jazyk. Již dnes není výjimkou, že pracovníci tohoto zaměření jsou trvale příslušníky projektových ústavů.

Odborníci-projektanti nebudou využiti pouze při pracích na konkrétních projektech. Průběh vědecko-technické revoluce si dosud všude vynutil, že podstatně vzrostl a dále vzrůstá počet pracovníků, jejichž úkolem je obsahová analýza a řešení základních problémů, před které je daný obor stavěn. Analogicky je možno takovou diferenciaci očekávat i mezi projektanty, a tedy i mezi architekty. Bude pak možno rozeznávat tři typy odborníků - praktiky, vypracovávající konkrétní projekty, analytiky jejichž úkolem bude vyvíjet co nejdokonalejší metody řešení praktických problémů a spolupracovat při automatizaci těchto metod, a konečně "tvůrce nového", kteří budou (nebo mohou) stát zdánlivě stranou obou předešlých, ale na nichž je závislý další vývoj.

Podle zkušeností z jiných oblastí vědy a praxe je možno rovněž předpokládat, že procesu pronikání vědecko-technické revoluce je obtížné zabránit tím, že se jí daný obor "nezúčastní". Žádný obor totiž není v životě společnosti izolován, a iniciativu v takovém případě převezmou "sousedí". Takovými sousedy architektů jsou například uživatelé projektovaných děl, spolupracovníci z projektového

týmu, z nich zejména technologové a ekonomové, jejichž funkce při projektování stejně proniká takřka všemi částmi díla, podobně jako funkce architekta. Při "neúčasti" architektů by tedy iniciativa vyšla od uživatelů, technologů nebo ekonomů. To jistě není to nejlepší, co by si mohla architektura od svého budoucího vývoje slibovat. Přitom exaktní metody i samočinné počítače jsou (právě pro svůj formalizovaný způsob práce) naprosto netečné k tomu, zda řeší otázku správně položenou z hlediska obsahu, zda zvolená metoda řešení vede k nejlepším výsledkům z hlediska smyslu otázky. Jsou stejně poslušným nástrojem jak v povoláných tak i v nepovoláných rukou.

X X X

Bude mnoho záležet na tom, jaká koncepce bude dána základnímu přístupu při uplatnění nových možností, které dává použití exaktních metod a samočinných počítačů. Například statické výpočty je možno automatizovat pomocí výpočetní techniky tak, že do průběhu výpočtu není možný žádný zásah a zadavatel je odkázán až na studium výsledku výpočtu. Na druhé straně je možné automatizovat tytéž výpočty tak, že se zadavatel v průběhu výpočtu může postupně seznamovat s mezivýsledky, pronikat tak hlouběji do vnitřních závislostí zadané úlohy a průběh výpočtu ovlivňovat (zastavit, změnit některé vstupní hodnoty nebo předpoklady, ap.), jestliže se výpočet zřetelně odchýlil od zadavatelova záměru.

Při takové koncepci se projektant (nebo projektový tým) stává tím, kdo řídí proces, který je

jinak prováděn strojem. Vzniká tak mezi člověkem a pracujícím strojem kybernetický systém, ve kterém je člověk jako regulátor vybaven zpětnou vazbou, možností kontroly průběhu výpočtu. Jako kybernetický systém by také měl být proces projektování studován, jakmile by značná část prací byla prováděna strojem.

V aspirantské práci bude snahou tuto možnost "polidštění" automatizace uplatnit.

1. PŘEDMĚT A CÍL PRÁCE

1.1. Předmět práce

Nejprve je nutno definovat oblast, do níž aspirantská práce spadá. V širokém smyslu je oblastí aspirantské práce teorie architektury, jestliže do ní je zahrnován i proces, jímž je úpravám prostředí dávána kvalita architektury, tzn. proces projektování. Pak je možno i teoretické otázky projektování zahrnovat do teorie architektury. Předmět aspirantské práce však bude nutno definovat v užším smyslu.

1.1.1. Definice předmětu

Předmětem aspirantské práce je rozhodování v počáteční fázi projektování úprav prostředí.

Aby tato definice byla jasná, bude v následujících odstavcích vysvětleny pojmy, použité v právě uvedené definici.

1.1.2. Úpravy prostředí

V práci, věnované základním otázkám specifičnosti architektury (lit. č. 5) spojuje autor různé, dosud nejasně související obory lidské činnosti (architektonickou tvorbu, tzv. užitkové stavebnictví, ochranu a tvorbu přírodních prostor, tvorbu interiérů) pod jeden široký obor lidské činnosti - "záměrné vytváření reálného, všestranně příznivého prostředí pro rozvoj života člověka a společnosti".

Aspirantská práce si nedává za úkol přesně vymežit pojem prostředí. Bude se pohybovat v nesporných oblastech platnosti tohoto pojmu, jakými jsou například prostředí vytvářená stavbami nebo skupinami staveb. Tato prostředí jsou vytvářena lidskou činností, jde tedy o úpravy prostředí. Příčinou umělých úprav prostředí jsou takové situace, kdy nějaká lidská činnost probíhá v prostředí, které je pro ni nevhodné. Původní prostředí (například přírodní, se srážkami, větrem, prachem) způsobuje v této činnosti nějaké obtíže, ohrožuje existenci lidí nebo strojů, narušuje jejich součinnost, porušuje předměty, které člověk ke svému životu potřebuje. Člověk se snaží za této situace sebe a svou činnost nějak chránit, uvědomuje si potřebu úpravy prostředí a podle svých možností také úpravu prostředí realizuje.

Důvodem vzniku úprav prostředí je tedy vždy nutnost uspokojit nějakou potřebu v životě člověka a společnosti. Řečeno obráceně - člověk a nebo společnost od úpravy prostředí vždy něco očekává. Funkcí úprav prostředí je tedy uspokojit určitou potřebu, splnit určitá očekávání. Funkčnost úpravy prostředí, neboli schopnost uspokojit potřebu, je možno posuzovat vždy jen vůči určité konkrétní potřebě, jen ve vztahu k této potřebě. Funkčnost úpravy prostředí pak vůči určité potřebě pak může nabývat hodnot "úprava prostředí ... uspokojuje potřebu ..." nebo "úprava prostředí ... neuspokojuje potřebu ...", ale také hodnot mezilehlých, při kterých "částečně" uspokojuje danou potřebu. Tak vzniká první metodická obtíž, která musí být řešena:

Avšak i samotná "potřeba v životě člověka a společnosti" může být při bližším pohledu analyzována na řadu dílčích, vzájemně více nebo méně souvisejících potřeb. Funkčnost dané úpravy prostředí by tedy měla být posuzována ve vztahu ^{ke} každé této dílčí potřebě nebo skupině dílčích potřeb.

Potřeby v životě člověka a společnosti nejsou nějakým trvalým, jednoduchým a konečným souborem. Potřeby jsou rozvrstveny hierarchicky a splnění potřeb vyšších v hierarchii je požadováno i na úkor nesplnění potřeb v hierarchii nižších. Přitom se historicky mění jak hierarchie potřeb, tak i jejich soubor. To znamená, že v průběhu času vznikají potřeby nové a staré potřeby zanikají.

To je možno ukázat na mnoha příkladech^z historie: Např. šlechtic 17. století snášel ve svém paláci průvan a jiná nepohodlí, aby byla splněna hlavní funkce - reprezentativní. V této době vše co sloužilo této hlavní funkci paláce bylo funkční, vše co jeho reprezentativnost rušilo nebo co jí nesloužilo bylo podceňováno nebo bylo pociťováno jako závada.

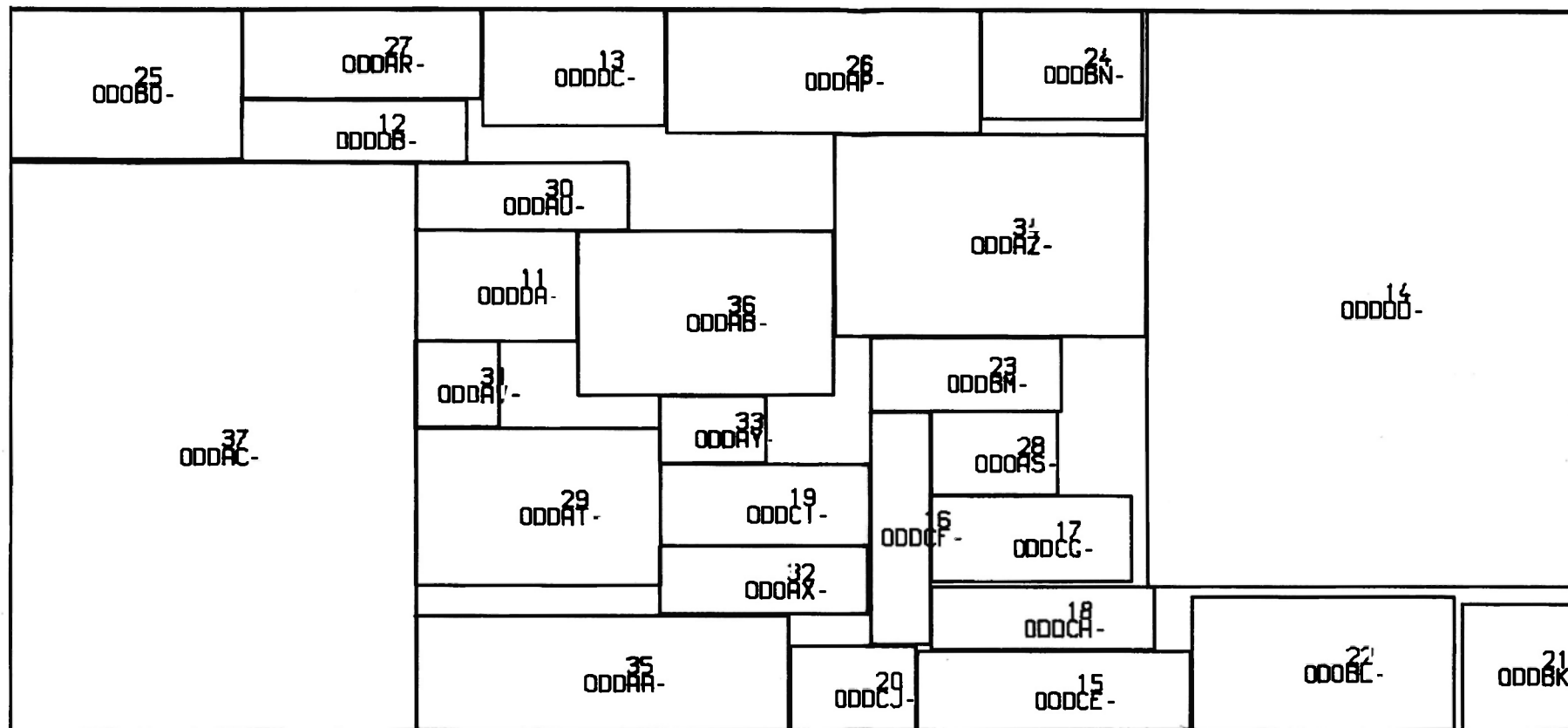
V této době tedy z hlediska funkce paláce byla od hlavních místností paláce oddalována obydlí a pracoviště sloužících (aby nebyla rušena reprezentativnost hlavních prostor paláce), což způsobovalo řadu rysů, které bychom dnes považovali za závady v plnění funkce této stavby.

Také vnější prostory a místnosti paláce mají v této době svou funkci - připravují soustavně návštěvníka na výsledný dojem, který byl vlastní funkcí paláce. Architekti té doby rozlišovali jen "sály" nebo "místnosti" a jejich dispoziční seřazení bylo podřízeno formálnímu nebo reprezentativnímu účelu (enfilády, serie vstupních místností a schodišť apod.).

Z hlediska šlechtice byly tedy takto utvářené paláce zcela funkční.

Teprve v 18. století je možno v dispozičních paláců vůbec rozlišit ložnici nebo jídelnu od jiných pokojů. V tomto století také dochází k přesunu v hierarchii funkcí. Reprezentativní funkce sice zůstává u některých staveb v plné míře dominantní, ale vznikají také obydlí, u kterých je dominantní funkcí pohodlí, komfort.

CHODNI DUM MOORE 11.67 - KÓD ÚLOHY • 9
ŘÍTKO • 1 • 1000



PRÁZE DNE 12. 22. 1967

248674

Ukázka výpočtu programem PLOŠNÝ ROZVRH, zpracovaného ve VÚVA
v době dokončování aspirantské práce. Data jsou převzata z liter. Moore, J.
a týkala se operačního traktu nemocnice.

Racionalismus 18. století (Voltaire) vznesl na stavby poněkud jiná hodnotící hlediska: Stavby a formy nejsou racionalisty posuzovány z hlediska jednoty koncepce, ale jsou posuzovány ve vztahu k možnému využití (ovšem kromě reprezentačního), ať již je toto využití jakéhokoli druhu. Stavby, věci a formy, které tomuto kritériu nevyhověly, jsou pranýřovány.

V 19. století, které je charakterizováno nastupující průmyslovou revolucí, nastává opět velmi významný přesun v obsahu pojmu funkce. "Funkce" stavby přestává být v mnoha případech odpovědí na soukromé, individuální potřeby, ale stává se odpovědí na potřeby velkých skupin lidí. Tento přesun se nejvýrazněji projevuje ve stavbě bytů, vznikají např. nájemné bytové domy. Tento přesun nastává u jednotlivých staveb úměrně tomu, do jaké míry jsou tyto potřeby skutečně "zespolečenštěny".

Úpravy prostředí, které jsou vytvářeny pro tyto zevšeobecněné funkce, se tedy nezakládají na nějakém výčtu skutečných potřeb, ale jsou předvídaný typy potřeb celých skupin lidí. V tomto historickém okamžiku vzniká nová obtíž architektury, která spočívá v obtížnosti tohoto (pravděpodobnostního) předvídaní, a splnění těchto předpokladů konkrétními prostředky, které mu dává technika a ekonomie. Tato obtíž trvá do dnešní doby.

Funkcionalistická architektura ve dvacátém století si pak dává za cíl odvozovat formu a vlastnosti staveb z formy uspokojení samotných potřeb, jimž vytvářejí prostředí. Dispozice domů odpovídají určitému členění činností, které v nich probíhají. Uvažuje o nejlepších prostředcích pro zajištění nejúčinnějšího plnění dané funkce.

Dochází k dalšímu přesunu v rozsahu pojmu funkce prostředí. Vzniká urbanismus, jehož hlavní otázkou je očekávání určitých funkcí (technických a společenských) od celých měst a území.

Ve dvacátém století dochází také k radikální změně obsahu pojmu "funkce" - od staveb, měst a území je očekáváno působení, které by mělo řešit některé problémy sociální (bytová krise, tzv. krise velkoměst).

V období průmyslové revoluce dochází k různým přesunům v hierarchii "očekávání", v hierarchii funkcí: Do popředí se dostává vytváření optimálních podmínek pro průběh užitkových potřeb, výrobních procesů, v bytě pak hygieny, domácích prací apod.

Proti tomuto utilitaristickému pojetí funkce úprav prostředí se velmi brzy zdvihá odpor, jehož smyslem je přihlížet také k jiným funkcím úprav prostředí. Funkce jsou dnes stavěny do různých hierarchií v souvislosti s konkrétní společenskou formací, kulturním a společenským stavem.

To co dnes očekáváme od úprav prostředí (to co považujeme za jejich funkci) tedy vzniklo historicky. Tato očekávání stavíme také dnes do jisté hierarchie, a náš názor na funkci některé úpravy prostředí je složen z řady "dílčích očekávání", která vznikla historicky nebo - což je ve 20. století nové - také vědeckým výzkumem. Snahou je také samu tuto hierarchii podrobit vědeckému výzkumu.

1.1.3. Projektování úprav prostředí

Proces, ve kterém člověk a společnost vytvářejí úpravy prostředí, má dvě výrazné, na sebe navazující fáze.

První z nich je projektování, které má za úkol vytvořit co nejdokonalejší představu o tom, jak má být úprava prostředí realizována. Při projektování je zpracováváno velké množství údajů - projekt musí respektovat cíl, pro který je prostředí vytvářeno, tj. maximální uspokojení potřeb, musí respektovat místní podmínky, musí respektovat materiálové a technické podmínky, které budou platit v další, navazující fázi, atd.

Druhou fází je vlastní hmotná realizace úpravy prostředí podle projektu, stavba. Tato činnost je analogická jiným výrobním činnostem člověka a společnosti.

Aspirantská práce se zabývá jen fází projektování a to ne celou, ale jen počáteční fází projektování.

Bude výhodné, jestliže bude pojem "projektování" zpřesněn jak co do rozsahu, tak co do obsahu. Projektování je obecně charakterizováno jako výběr z množiny možností (lit. 1). Tato definice je zřejmě příliš široká, charakterizuje vlastně veškeré rozhodování. Přijměme však tuto definici jako východisko, protože o podstatě projektování říká alespoň něco přesně, že je to druh rozhodování.

Existuje však řada rozhodování, kde nemůže být řeč o projektování - historik vybere z mnoha příčin nějaké události určitou skupinu, reportér se rozhodne o způsobu, jakým předá zprávu redakci, experimentátor serií pokusů rozhodne, která z dvou vědeckých hypotéz je bližší skutečnosti. Podobných příkladů je možno najít velmi mnoho.

W.R. Ashby používá pojmu "projektování" pro označení činnosti, která vede k návrhu (a případně realizaci) určitého regulátoru. Pro zpřesnění pojmu projekto-

vání by pak bylo možné analogicky říci, že projektování je výběr z různých možných podob systému, ale tento systém ještě ve skutečnosti neexistuje, má být teprve na základě výběru vytvořen, realizován. Tato perspektivnost je pro projektování příznačná a není příznačná pro rozhodování historika, reportéra nebo experimentátora.

Perspektivnost je však charakteristická pro některá jiná rozhodování, např. pro plánování. Zde je však rozdíl ve výsledku, v tom, co má být podle rozhodnutí provedeno. Podle plánovacího rozhodnutí jsou prováděna například organizační opatření, probíhá činnost nějakého výrobního celku a podobně. Naproti tomu projektem, projektovým rozhodnutím, se určuje způsob, jakým má být vytvořen určitý technický systém nebo předmět, například stroj nebo stavba.

Z praxe je známo, že projekt nevzniká nějakým jednorázovým rozhodnutím, že vzniká postupně, že tedy projektování v dnešní podobě není jediné rozhodnutí, ale celý proces, ve kterém jednotlivá rozhodnutí na sebe navazují, podmiňují se.

Jestliže nějaké rozhodnutí není možno provést najednou, pak to způsobují často dvě příčiny:

- buďto je problém příliš rozsáhlý, než abychom mohli obsáhnout všechny jeho stránky najednou,
- nebo neznáme všechny stránky problému a musíme je teprve postupně objasňovat.

V projektování se vyskytují zpravidla obě tyto příčiny, což lze ukázat na příkladech.

Když se v roce 1962 připravovala ve Výzkumném ústavu výstavby a architektury témata nových experimentálních staveb, byl sestaven přehled všech hledisek, která

by měla být při experimentu uplatněna, aby byl nalezen nejvýhodnější způsob výstavby bytů po stránce dispoziční. Byly tedy formulovány různé provozní, technické a rozměrové vlastnosti, které by mohla budoucí výstavba mít. Propočtem však vyšlo, že experimentálních staveb by vlastně mělo být provedeno mnoho miliardů. Tento nesmyslný počet variant jen ilustruje, s jak velkými množinami možností se při projektování často pracuje, a jak tedy obtížné je i rozhodování. Experimentálních staveb totiž mělo být navrženo jen šest.

Druhý případ, kdy všechny stránky problému hned zpočátku neznáme, je možno ukázat na příkladu statických výpočtů konstrukcí staveb. Tyto výpočty mohou začít až tehdy, když je řada věcí již rozhodnuta - jak rozsáhlá bude budova, jaká bude její výška, jaké materiály připadají v úvahu pro hlavní nosné konstrukce. Obdobných příkladů je možno jistě najít velké množství.

Je-li tedy možné a nutné vidět projektování jako řadu navazujících rozhodování, pak pochopitelně tento řetězec má i svou počáteční fázi, počáteční rozhodování. Má-li být vymezeno místo, ve kterém vůbec začíná řetězec projektových rozhodování, musí být ujasněno to, co předchází projektování. Činnosti, které probíhají před projektováním jsou v naší legislativě označovány jako plánovací příprava a jsou také vymezeny její úkoly. Mezi nimi je například výběr stavebního místa, určení různých vlastností, které má mít zamýšlený celek, budova, výroba atp. Je zřejmé, že toto "určení" je rovněž rozhodováním, velmi analogickým s rozhodováním, které bylo přisouzeno jako hlavní charakteristika projektování - jde o rozhodování perspektivní, jehož konečným cílem je navrhnout způsob, jakým má být vytvořen určitý technický systém nebo předmět. Rozdíl mezi tzv. plánovací a projektovou přípravou výstavby je tedy

spíše v dělbě práce mezi hospodářskými organizacemi, než v jiném charakteru práce, která se provádí. Bude tedy nutno hledat práce předcházející projektová rozhodování ještě dříve a usuzovat jen podle charakteru prováděných prací.

Takovým velmi prvotním pojmem je "potřeba technického systému". Rozsah tohoto pojmu je ovšem hodně široký a aby oblast aspiranteké práce nebyla neúměrně široká, bude nutno hovořit o potřebách, které jsou uspokojitelné úpravou prostředí.

První fází práce, jejímž konečným cílem je vhodná úprava prostředí je tedy konstatování potřeb. Při konstatování, popisu nebo záznamu potřeb se neprovádí žádné rozhodování. Je to jen transformace informací z formy, v jaké se vyskytují ve skutečnosti do formy, která je použitelné pro další navazující fáze zpracování.

V životě společnosti, v její výrobní i nevýrobní činnosti, je dosud rozsah potřeb vyšší, než jaké mohou být uspokojovány. To platí stejně o potřebách uspokojovaných výrobou, jako o potřebách uspokojovaných výstavbou. Za této situace je tedy nutno rozhodnout, které potřeby budou výstavbou v tom kterém období uspokojeny a které ne. Aby toto rozhodování bylo co nejlepší, rozpracovávají se předpovědi dalšího vývoje potřeb, uspokojitelných výstavbou, neboli pravděpodobné nároky společnosti na výstavbu vhodného prostředí pro její činnost. Tyto zjištěné potřeby se konfrontují se skutečnými možnostmi hospodářství. Výsledkem je rozhodnutí, které potřeby společnosti budou v uvažovaném období výstavbou uspokojeny.

Jde tedy v této fázi o velmi závažné rozhodování. Je však možno toto rozhodování zahrnout pod pojem projektování? Jeho výsledkem je plán, neboli představa o druzích a množství výrobků a základních fondů, které mají být v uvažovaném období

pořízeny, tedy představa o rozsahu výstavby pro jednotlivá výrobní odvětví a pro spotřebu. Výsledkem není návod, jak tuto výstavbu uskutečnit. Bude tedy oprávněně tvrdit, že v této fázi rozhodování jde o plánovací činnost, která se od projektování velmi podstatně liší. Určuje jenom cíl, kterému má určitý technický systém sloužit. Úkolem projektové činnosti však je, jak již bylo uvedeno, navrhnout způsob, jakým mají být tyto technické systémy (v probíraném případě úpravy prostředí) realizovány, aby splnily daný účel.

Projektová práce začíná tam, kde je přesně vymezen cíl, jemuž má projektovaný systém sloužit. Úkolem projektování je navrhnout technický systém tak, aby splnil daný cíl. To však není jediným kritériem úspěšnosti projektové práce. Cíl, jemuž má projektovaný technický systém sloužit, je vždy vymezen i časově. To znamená, že musí být realizován v určitém časovém okamžiku. Na projektovou práci je tak kladen ještě další požadavek, aby sama projektová práce i způsob realizace technického systému odpovídaly zadaným časovým podmínkám.

Jestliže je vymezeno rozhraní, ve kterém začíná projektová práce, je také možné určit, co je její počáteční fází. Je to fáze, ve které jsou určovány výchozí a zároveň nejzávažnější vlastnosti navrhovaných úprav prostředí, jako volba prostředí vhodného pro daný proces, návrh prostorového uspořádání prostředí a podobné.

1.1.4. Projektová rozhodování

Proces projektování je dosti složitým komplexem různých prací a úkonů. Jeho podstatou je však rozhodování a zaznamenání výsledků rozhodování. Nejprve bude uvedeno několik poznámek ke způsobu zaznamenávání, které tvoří velmi významnou pomůcku

pro samotné rozhodování, protože zaznamenává všechna předešlá rozhodnutí.

Primitivní stavitel si stavbu "vyprojektoval" jen ve své představě jako celek, a podle této představy, uložené v paměti, stavbu realizoval.

S rozvojem techniky je již delší dobu nutný symbolický zápis informací, které jsou výsledkem projektových rozhodnutí. Linie, čísla, písmena označují některé významné vlastnosti zamýšlených staveb. Podle těchto nákresů a popisů jsou stavby realizovány. Symbolický zápis je tak zápisem dosavadních rozhodnutí, k nimž je možno postupně přidávat výsledky dalších dílčích rozhodnutí, zapisovat další detaily projektu. Tím se snižuje nárok na paměť projektanta, problém je možno rozložit na řadu dílčích problémů, které je možno snadněji v jejich izolované podobě rozhodnout.

V historii se velmi dlouho používal a v současné době znovu používá rozměrový model jako zobrazení systému, který má být realizován.

Těmto třem technikám zápisu odpovídají i určité obměny v prostředcích projektových rozhodování. V případě, kdy výsledek projektového rozhodování je uložen jen v paměti projektanta, se málokdy daří detailněji promyslet rozsáhlejší technický systém, aniž by v návrhu byly některé rozpory. Prostředkem projektování je zde jen představivost projektanta, opírající se jen o zapamatovanou představu.

Symbolický zápis umožnil již v minulosti využívat při projektových rozhodováních teoretických vědních disciplin, zvl. aritmetiky, geometrie, apod.

Jsou-li používány rozměrové modely jako hlavní způsob zápisu, je možno při rozhodování plně využít prostorovou představivost projektanta. Tato významná výhoda vede v posledních letech k jakési renesanci této techniky při projektování.

Jak již bylo uvedeno, je smyslem projektování, aby byl navržen způsob, jímž má být realizován technický systém, splňující určitý účel v určitém čase. Obě hlediska, splnění účelu i čas jsou významná, protože odchylka od kteréhokoli z nich znamená, že navržený systém nebude vhodně navržen. Vyjádřeno v dříve uvedené terminologii, bude klesat funkčnost navržené úpravy prostředí.

1.2. C í l p r á c e

1.2.1. Definice cíle

Cílem práce je navrhnout metody, které by umožňovaly exaktní rozhodování problémů, vyskytujících se v počáteční fázi projektování úprav prostředí.

Pro objasnění této definice bude nutné věnovat pozornost tomu, co je myšle-
no exaktním rozhodováním a jaké jsou jeho předpoklady.

1.2.2. Exaktní metody rozhodování

Exaktními metodami jsou myšleny matematika, logika a statistika. Jejich využití pro rozhodování má u matematiky a logiky ten význam, že umožňují dojít ke správnému závěru i u problémů, kdy množství premis nebo proměnných a složitost vztahů mezi nimi přesahují možnosti dojít k řešením nějakým empirickým způsobem, nebo by závěry nebyly spolehlivé. Použití statistiky umožňuje popisovat hromadné jevy a metody matematické statistiky umožňují tyto hromadné jevy analyzovat a docházet k rozhodnutím, správným při pravděpodobnostním přístupu.

Pro použití exaktních metod jsou nutné určité předpoklady. Problém, který má být řešen, je nutno vyjádřit výrazovými prostředky exaktních metod, formalizovat jej. Formalizace problémů (sestavení jeho modelu) je východiskem pro další fázi použití exaktních metod, totiž pro formulaci postupu, kterým je možno daný problém rozhodnout, pro sestavení metody řešení. Pro řešení příliš rozsáhlých úloh, pro

urychlení rozhodování, pro úsporu pracnosti, a pro jiné obdobné případy, je možno využít výpočetní techniky, samočinných počítačů.

Formalizace problémů, které mají být ~~při~~ rozhodovány, se může zdát komplikací, protože formulované problémy a postupy jejich řešení budou složitější než empirické postupy, používané v dnešní praxi. Bude to však postupy, které budou rozhodovat daný problém lépe, než je to možné dosud, které budou řešit problémy o rozsahu a komplexnosti, v jaké je není možno dnes vůbec řešit, a konečně budou problémy rozhodovat v daleko kratším čase, budou-li využity prostředky výpočetní techniky.

V aspirantské práci každý problém nejprve bude vyjádřen ve své formální podobě (formalizován) a bude navržena metoda řešení takto vyjádřeného problému. Bude vždy také ukázáno řešení úlohy pomocí navržené metody. V kapitole 3. bude ukázáno, jak jednotlivé problémy a metody na sebe navazují a vytvářejí řetězec rozhodování v počítační fázi projektování.

Problematice dělby práce při použití výpočetní techniky, která je v současné době často nepostradatelná při použití exaktních metod řešení, je věnován následující odstavec.

1.2.3. Dělbá práce

Proces vědecko-technické revoluce, který se projevuje rozšířením vědeckého přístupu a používáním exaktních metod a samočinných počítačů, již dnes značně pokročil.

První průkopníci ovládali všechny druhy prací, souvisejících s touto převratnou změnou ve vývoji řady odvětví. Tato fáze, ačkoli je teprve několik let vzdálená,

již patří nenávratně minulosti. S počtem zúčastněných pracovníků a přílivem nových, již specializovaných pracovníků ze škol, nastal proces dělby práce. Odlišila se funkce těch, jejichž úkolem je analyzovat a formulovat problémy daného oboru a nacházet jejich exaktní nebo alespoň přibližné řešení. Úkolem jiných je řešit zadané problémy pomocí samočinných počítačů. Pro vzdělání prvých je typické, že spojují znalosti v určitém obsahovém vědním oboru (např. lékařství, ekonomii nebo válečné strategii) se znalostmi prostředků řešení, jimiž jsou exaktní metody, matematika, logika, statistika, kybernetika. Pro vzdělání druhých jsou typické znalosti numerických postupů, jimiž jsou řešitelné různé matematicky nebo logicky formulované problémy a znalosti toho, jakým způsobem je možno tyto postupy realizovat na stroji - samočinném počítači. Proces diferenciací pokračuje, je vynucován rostoucím objemem znalostí, které jsou nutné pro účinné využívání nových prostředků a nových přístupů. Je-li dnes ve vědě řešen nějaký nový obsahový problém pomocí samočinných počítačů, zúčastňuje se přímo nebo nepřímo alespoň desítka pracovníků různých profesí. Počínáje formulací problému výzkumnými nebo vývojovými pracovníky, přes matematika, který napomáhá při nalezení vhodného modelu a metody řešení, přes programátory a řadu speciálních pracovníků ve výpočetním středisku, až zase zpět k zadavatelům problému, výzkumným nebo vývojovým pracovníkům.

Tento proces dělby práce se projevuje i v obsahu a způsobu zpracování aspirantské práce. Zpracovatelova kvalifikace spočívá v tom, že své architektonické vzdělání spojil se znalostí některých částí matematiky a symbolické logiky. Při popisované současné dělbě práce je možno považovat za nejvhodnější oblast působení pracovníka tohoto typu při formulaci problémů, před které je daný obor stavěn.

V aspirantské práci je však u jednotlivých problémů uveden vždy model, používající logického nebo matematického přístupu. U každého problému je však ještě vždy navržena i metoda řešení problému, vyjádřeného modelem.

Tím aspirantská práce zabírá poněkud širší pole, než jaké by bylo vhodné při pokročilé dělbě práce. V praxi je totiž výhodnější, jestliže sestavení modelu a návrh metody je úkolem matematika, úzce spolupracujícího již při formulaci úlohy. Tím méně je pak při pokročilejší dělbě práce vhodné, aby tentýž pracovník navíc vypracovával i program pro samočinný počítač, protože by to snižovalo jeho soustředěnost na práci, pro něž je v první řadě kvalifikován.

Z těchto důvodů nebude u žádné z metod navržených v aspirantské práci navržen podrobný výpočetní algoritmus, který by sloužil pro sestavení programu pro samočinný počítač. Je zde však vždy navržena metoda řešení, k níž by nebylo obtížné takový algoritmus a příslušný program pro samočinný počítač sestavit. Pro sestavení programů jsou již v současné době ve výzkumu výstavby a architektury vytvořeny podmínky a je tak připravena i cesta, která může vést k používání navržených metod v projektové praxi. Všechny metody navržené v aspirantské práci budou totiž použitelné v projektové praxi až v okamžiku, kdy bude možno provádět výpočty pomocí samočinného počítače.

2. MODELY A METODY PROJEKTOVÝCH ROZHODOVÁNÍ

Rozsáhlost problémů, které je nutno při projektování rozhodovat, nutná posloupnost projektových rozhodování a často také dosti značná komplikovanost problémů způsobují, že automatizace procesu projektování se dosud vyskytuje nepoměrně méně, než např. automatizace při řízení výrobních procesů. Automatizace, využívající moderní výpočetní techniku, se dosud prosazuje nejvíce u projektových úkolů, které mají poměrně nejjednodušší charakter nebo jsou nejlépe teoreticky prozkoumány. Patří sem projektování liniových staveb, návrhy stavebních konstrukcí, návrhy osvětlovacích soustav apod. U všech těchto oborů je používání matematiky nebo statistiky zcela běžné, a je u nich teoreticky i prakticky dobře vyjasněn postup, jakým je při práci na projektu možno dojít od výchozích údajů k cíli. Znalost tohoto postupu, algoritmu, je naprosto nutnou podmínkou pro automatizaci projektové práce.

Projektové práce, které se již daří automatizovat, jsou zpravidla jen součástí tzv. komplexní projektové práce, jakou je např. navrhování budov, měst, územních plánů. I když výzkum této komplexní projektové práce v současné době teprve začíná, jsou již možné některé úvahy. Je možno např. předpokládat, že komplexní projektování má a bude mít charakter postupného výběru z množiny možností, že se uplatní na každém kroku některá omezení a že výsledek, rozhodnutí, je východiskem pro další krok. Tuto dosti obecnou představu algoritmu je možné graficky znázornit obrázkem (viz obr. 2.1), ve kterém A, B, C, D jsou množiny možností při jednotlivých krocích rozhodování, a R_1, R_2, R'_1, \dots jsou omezující podmínky při jednotlivých krocích.

Vytečkovaná plocha v obr. 2.1 je vždy průnikem množiny možností a omezujících podmínek při jednotlivých krocích a představuje ta řešení, která vyhovují daným podmínkám. Počet možných řešení může nabývat hodnot od jedné do čísel značně velkých, je však možný i případ, kdy žádné řešení neexistuje.

V praktických případech asi postup projektové práce, zvl. při komplexních projektových pracích, nebude mít podobu prosté posloupnosti rozhodování, bude asi daleko složitější, s různými návraty v postupu, skoky apod.

Na prostém modelu z obr. 2.1 je možno ukázat názorně obsah celé kapitoly 2. Obsahem této kapitoly (a také jádrem celé aspirantské práce) je návrh několika navzájem na sebe navazujících metod rozhodování v počáteční fázi projektové práce. Na obr. 2.2 je na šipkách spojujících jednotlivé bloky uveden vždy výsledek, k němuž se při rozhodování došlo.

Aby obrázek 2.2 nebyl nepřehledný, nejsou v něm popsány druhy omezujících podmínek, které se přitom kterém rozhodování uplatňují. Budou to např. požadavky, aby se operace procesu, který má probíhat v budově, navzájem nerušily, aby po alokaci operací do místností byly místnosti vhodným způsobem spojeny, aby v plošném rozvrhu se toto spojení místností skutečně realizovalo, atd.

Často bude možné formulovat nejen podmínky, které vymezují přijatelné řešení, ale i kritérium, při jehož splnění půjde o řešení za daných podmínek nejlepší, tedy o řešení optimální. V takovém případě nebude od jednoho kroku k jinému předáván soubor variant, ale jediné optimální řešení, které bude v dalším kroku dále rozpracováno.

Jednotlivé metody rozhodování, uvedené v odstavcích 2.1, 2.2, 2.3 a 2.4, budou doplněny soustavným příkladem jejich použití, popsaným v kapitole 3.

2.1. Kalkul sloužitelnosti v prostředí x)

Mezi časté úkoly projektování patří úkol navrhnout vhodnou úpravu prostředí pro určitý proces nebo skupinu procesů v životě společnosti. Pro tyto procesy je příznačné, že se jich zúčastňují živé nebo technické systemy - lidé, stroje, materiál. Tyto systémy pak v průběhu procesu při jednotlivých operacích vstupují do vzájemné interakce. Operace je možné opět chápat jako systém, a to systém sestávající z lidí, strojů a jejich interakce. Fosloupnost operací pak tvoří proces.

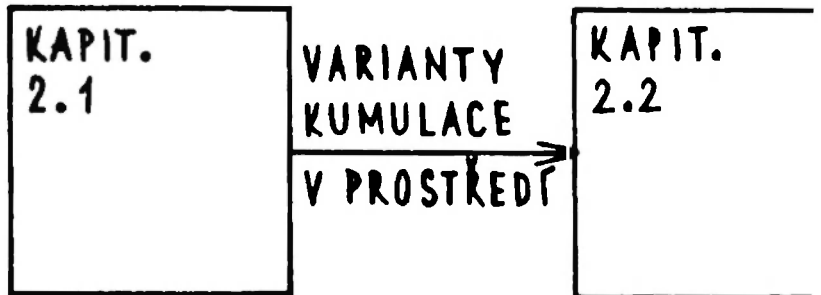
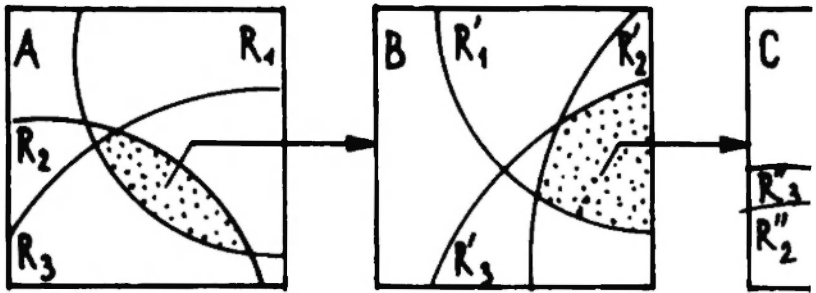
Jednotlivé systémy, vyskytující se v procesu, budou mít určité nároky na vlastnosti prostředí (např. aby prostředí bylo suché, nehlučné apod.) a samy také budou mít na vlastnosti prostředí určitý vliv (např. budou hlučné, budou vydávat teplo apod.).

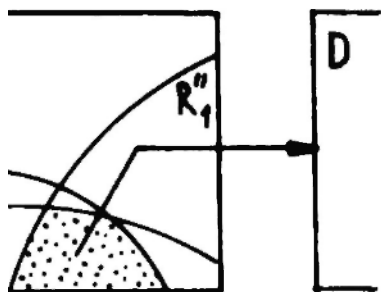
Pojem "prostředí" je intuitivně srozumitelný. Za prostředí považujeme to, co nás nebo nějaké předměty obklopuje, co na nás působí a na co můžeme také působit. Pod pojmy "působení prostředí" a "působení na prostředí" budou vždy rozuměny jen takové vlivy, které nejsou námi, věcmi nebo prostředí zpracovávány jako informace, tzn. že se těmito vlivy nemění chování systémů účastnících se procesu. Za jediné "chování", které bude uvažováno, je možno považovat změny stavu systémů (lidí, strojů, operací) na "dobrý" nebo "špatný" stav, v závislosti na působení prostředí.

Cílem úprav prostředí, a tedy i projektové práce, která tyto úpravy prostředí navrhuje, je zpravidla to, aby systémy si v upraveném prostředí zachovaly dobrý stav.

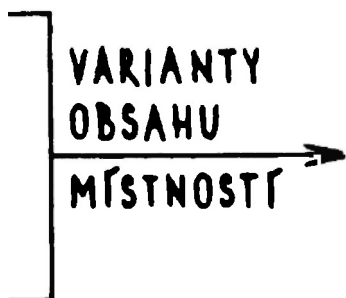
x) Tato část aspirantské práce byla již publikována v lit. 10.



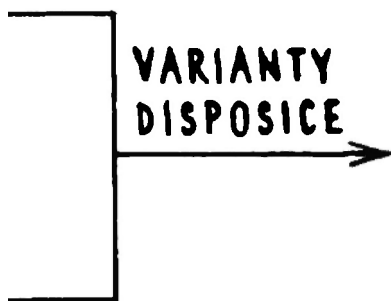


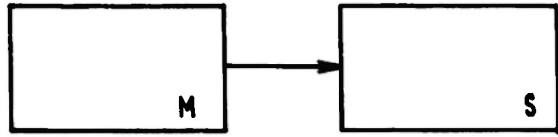


OBR. 2.1

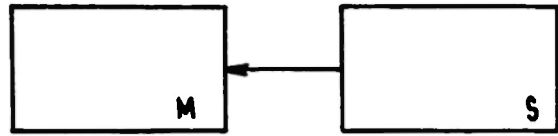


OBR. 2.2

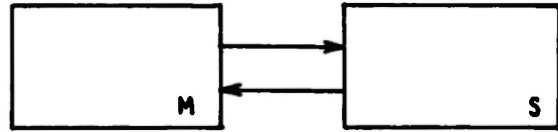




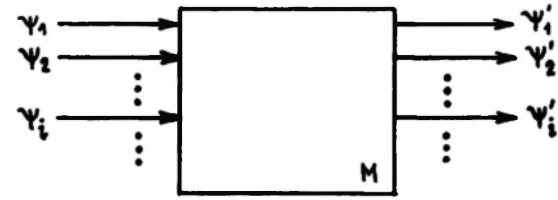
OBR.2.3



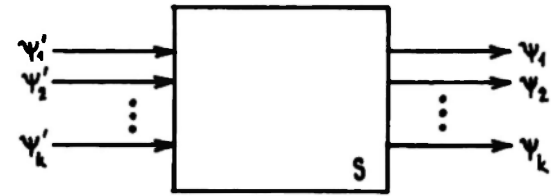
OBR.2.4



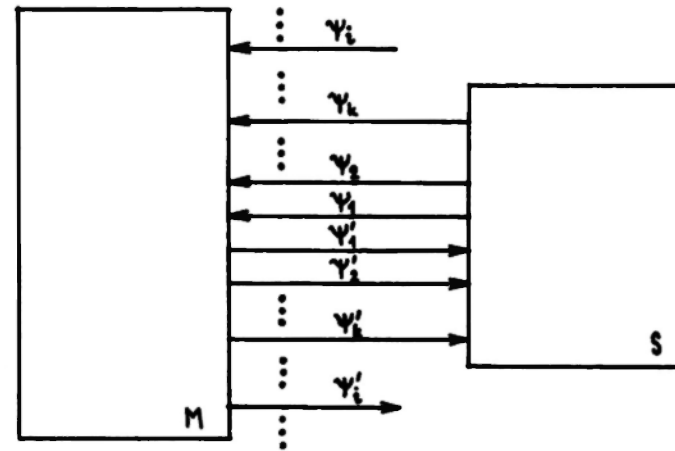
OBR.2.5



OBR.2.6



OBR.2.7



OBR.2.8

TAB.1 Výchozí charakteristiky prostředí

		původní prostředí	vhodná pro referenta	vhodná pro plsařku
Vlastnost		Eo	{E(S1)}	{E(S2)}
hlučnost	e1	0	0	1v0
čistota ovzduší	e1	0	1v0	0
čistota mlstnosti	e1	0	1v0	0
nepořádek	e1	0	1v0	1v0
přítomnost jiných	e1	0	1v0	1v0

Pozn: 0 ... nevhodná charakteristika 1 ... vhodná charakteristika

TAB.2 Prostředí vhodná pro referenta

		Charakteristiky prostředí přijatelných pro referenta						
Vlastnost		E1	E2	E3	E4	...	E15	E16
hlučnost	e1	0	0	0	0	...	0	0
čistota ovzduší	e1	1	1	1	1	...	0	0
čistota mlstnosti	e1	1	1	1	1	...	0	0
nepořádek	e1	1	1	0	0	...	0	0
přítomnost jiných	e1	1	0	1	0	...	1	0

TAB.3 Působení na prostředí

		referentem	plsařkou
Vlastnost		E(S1)	E(S2)
hlučnost	s1	0	1
nečistota ovzduší	s2	1	0
nečistota mlstnosti	s3	0	0
nepořádek	s4	1	0
přítomnost jiných	s5	1	1

TAB.4 Slučitelnost v prostředí

		referent je sám	referent s plsařkou	plsařka s referentem	plsařka je sama
Vlastnost		E(S1)∩E(S1)	E(S1)∩E(S2)	E(S2)∩E(S1)	E(S2)∩E(S2)
hlučnost	s1	1	0	1	1
nečistota ovzduší	s2	1	1	0	1
nečistota mlstnosti	s3	1	1	1	1
nepořádek	s4	1	1	1	1
přítomnost jiných	s5	1	1	1	1
slučitelnost		ano	ne	ne	ano

Základní pojmy a veličiny budou teď uvedeny ve formálním vyjádření, které bude nutné pro konstrukci modelu. Pro formální vyjádření bude použito dvou způsobů zápisu, jednak grafického, který je běžný v kybernetice, jednak symbolického, který je vhodnější pro další zpracování. Oba způsoby se mají jen doplňovat a vyjadřovat stejné skutečnosti.

Působení prostředí na systém

Prostředí, znázorněné na obr. 2.3 blokem M, má výstup, který je vstupem do bloku s, který představuje systém v prostředí. "Dobry" nebo "špatny" stav systému s je závisly na podnětu, který přichází výstupem z M. Prostředí, které svým výstupem nezpůsobuje "špatny" stav systému s, je "vhodné prostředí pro systém s". V opačném případě jde o "nevhodné prostředí pro systém s".

Působení systému na prostředí

Systém s na obr. 2.4 má výstup, kterým působí na prostředí. Toto působení se projevuje změnou stavu na výstupu prostředí, změnou charakteristiky prostředí.

Vzájemné působení prostředí a systému v prostředí

Na systém s (viz obr. 2.5) působí prostředí s charakteristikou ovlivněnou působením systému s na prostředí M. Původní prostředí (před vzájemným působením) mohlo být pro systém s vhodné, prostředí při vzájemném působení může již být pro systém s nevhodné.

Jednoduchý model prostředí

Prostředí je možno znázornit jako blok M, který má řadu vstupů a výstupů (viz obr. 2.6). Symboly $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_i, \dots$ označují stavy na vstupech do prostředí, symboly $\psi'_1, \psi'_2, \dots, \psi'_i, \dots$ označují stavy na výstupech z prostředí.

Prostředí je v tomto modelu "otevřená soustava", tedy taková soustava, která má nekonečný počet možných vstupů a nekonečný počet možných výstupů. V prostředí M panuje lokální determinismus; to znamená, že stavy na výstupech (reakce) jsou jednoznačně dány stavy na vstupech (podněty). Závislost reakcí na podnětech je jedno-jednoznačná, každý vstup determinuje reakci na jednom výstupu, každý výstup je determinován stavem jednoho vstupu. Reakce je taková, že na výstupu je vždy stejný stav jako na vstupu, a to 1 nebo 0. Tyto stavy jsou nezávislé na minulých stavech.

Stavy na výstupech prostředí je tedy možno zapsat ve formě vektoru

$$\mathcal{M}(\psi'_1, \psi'_2, \dots, \psi'_i, \dots)$$

ve kterém složky ψ'_i mohou nabývat hodnot 1 nebo 0. Tento vektor bude označován jako charakteristika prostředí.

Jednoduchý model systému v prostředí

Systém v prostředí je možno znázornit jako blok s, který má řadu vstupů a výstupů (viz obr. 2.7). Symboly $\psi'_1, \psi'_2, \dots, \psi'_k$ označují stavy na vstupech do systému s, symboly $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_k$ označují stavy na výstupu ze systému s.

Systém s je relativně izolovaná soustava, má konečný počet vstupů a konečný počet výstupů. Na všech vstupech a výstupech mohou existovat jen dva stavy, 1 nebo 0.

Celý systém s může nabývat dvou stavů, "dobrého" a "špatného". V systému s panuje determinismus toho druhu, že "dobrý" nebo "špatný" stav systému závisí jen na stavech (podnětech) na vstupech do systému. Stavů na výstupech jsou konstantní a je možno je zapsat vektorem

$$\vec{\psi}(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_k).$$

Tento vektor bude označován jako "působení systému s na prostředí".

Pro každou možnou charakteristiku prostředí \overline{m} je možno rozhodnout, je-li prostředí s touto charakteristikou vhodné nebo nevhodné pro systém s. Je tedy také možno určit třídu charakteristik, při kterých je prostředí vhodné pro systém s. Tato třída bude označována $\{m\}_s$. Označení této třídy indexem s je nutné, protože třída vhodných prostředí bude pro různé systémy obecně různá. Třída $\{m\}_s$ bude označována jako třída vhodných prostředí, přičemž každému prostředí $M_i \in \{m\}_s$ přísluší charakteristika $m_i \in \{m\}_s$.

Jednoduchý model vzájemného působení prostředí a systému v prostředí

Vzájemné působení prostředí a systému v prostředí je možno znázornit schématem na obr. 2.8, ve které výstupy bloku (s) jsou současně vstupy do bloku M (prostředí), ale jen některé výstupy z bloku M jsou vstupy do bloku (s) (systému v prostředí). Stavů na výstupu z bloku M působí na systém s a způsobují jeho "dobrý" nebo "špatný" stav. Stavů na výstupu systému (s) působí na prostředí a mění jeho charakteristiku z původní charakteristiky \overline{m} na charakteristiku m_s .

Interpretace

Složky vektoru \mathcal{M} mají snadno pochopitelnou interpretaci; ψ_i je možno chápat jako vlastnost prostředí (např. jeho teplotu, vlhkost, vlnění atp.). Hodnota $\psi_i = 1$ pak znamená, že prostředí tuto vlastnost má, tzn. že teplota prostředí je vyšší než určitá zvolená hodnota. Hodnota $\psi_i = 0$ znamená, že prostředí má teplotu nižší než zvolená hodnota. Vektor \mathcal{M} je pak popisem prostředí vzhledem k jeho vlastnostem (není popisem časových a prostorových souvislostí prostředí).

Kalkul slučitelnosti (kumulace) dvou systémů ve společném prostředí

Úkolem kalkulu bude zjistit, zda současná existence (kumulace) dvou systémů ve společném prostředí nevede ke "špatnému" stavu jednoho nebo obou systémů. Tuto úlohu řešíme, jestliže zjistíme, zda

\mathcal{M}_{s_1} je prvkem třídy $\{\mathcal{M}\}_{s_1}$
 \mathcal{M}_{s_1} je prvkem třídy $\{\mathcal{M}\}_{s_2}$
 \mathcal{M}_{s_2} je prvkem třídy $\{\mathcal{M}\}_{s_1}$
 \mathcal{M}_{s_2} je prvkem třídy $\{\mathcal{M}\}_{s_2}$

Oba systémy jsou slučitelné ve společném prostředí, jestliže odpověď na každou z těchto otázek je kladná. Úlohu je tedy možno zapsat i jako formuli logiky výroků

$$V = (\mathcal{M}_{s_1} \in \{\mathcal{M}\}_{s_1}) \& (\mathcal{M}_{s_1} \in \{\mathcal{M}\}_{s_2}) \& (\mathcal{M}_{s_2} \in \{\mathcal{M}\}_{s_1}) \& (\mathcal{M}_{s_2} \in \{\mathcal{M}\}_{s_2}) \quad (01)$$

ve které $\&$ je funktor konjunkce (logický součin).

Jestliže proměnná V bude mít po dosazení do pravé strany vztahu hodnotu 1, budou oba systémy slučitelné ve společném prostředí. Proměnná V nabude hodnoty 1 tehdy, jestliže všechny členy konjunkce na pravé straně budou mít hodnotu 1.

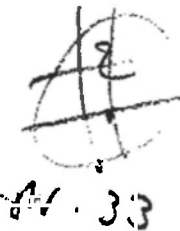
Příklad kalkulace slučitelnosti dvou systémů v prostředí

Má být zjištěna slučitelnost ve společném prostředí dvou "systémů", jimiž jsou například referent a písáčka. Referent je tichý pracovník, kuřák, jemuž při práci vadí jen hluk. Písáčka je náročnější, jí vadí jakákoli nečistota, tedy i nečistota vzduchu. Referent je poněkud nepořádný, ale jinak čistotný. Přítomnost písáčky se kromě hluku psacího stroje ničím neprojevuje. Kancelář je před příchodem obou vždy uklizená a vyvětraná.

Vyjádříme-li oba popsané "systémy" pomocí symbolů a proměnných, které byly v předešlé kapitole vysvětleny, obdržíme formální zadání, podle něhož bude úkolem zjistit, zda formálně popsané systémy mohou pracovat ve společném prostředí.

Prostředí je před působením vlivu obou osob zcela neutrální, kancelář není hlučná, vzduch neobsahuje nečistotu, není zde ani jiná nečistota, ani nepořádek, nejsou přítomny žádné další osoby. Původní charakteristika prostředí /tab. 1/ bude tedy mít u všech uvažovaných vlastností prostředí hodnotu 0, vyjadřující, že původní prostředí žádnou z těchto vlastností nemá.

Ve stejné tabulce jsou v dalších sloupcích uvedeny třídy prostředí vhodných pro systémy s_1 (referenta) a s_2 (písáčku). Sloupcům $\{m\}_{s_1}$ a $\{m\}_{s_2}$ je nutno rozumět takto: U vlastnosti "hlučnost" je v případě referenta hodnota 0, protože, jak bylo uvedeno, je to pracovník, jemuž při práci vadí hluk. Vůči ostatním uvedeným vlastnostem prostředí je lhostejný, prostředí tyto vlastnosti může nebo (vel) nemusí mít. Referent tedy snáší $2^4 = 16$ prostředí, rozlišitelných z hlediska uvažovaných vlastností, žádné z nich však nesmí být hlučné. Jednotlivá prostředí jsou



vyznačena v tab. 2. Podobně ve sloupci $(M)_{s_2}$ je vyjádřeno, že písarka nesnáší při práci nečisté ovzduší ani jinou nečistotu. Vůči ostatním uvažovaným vlastnostem je indiferentní.

V tabulce 3 jsou uvedeny vlivy obou uvažovaných systémů na prostředí. Jsou zde vyznačeny vlivy, které má referent na prostředí (sloupec \tilde{B}_1) a které má písarka (sloupec \tilde{B}_2). Je zde vyznačeno např., že referent je nepořádný (hodnota ψ_4 je 1), že oba pracovníci jsou čistotní (ψ_3 je v obou případech rovno 0), atd.

Podle jednoduchého modelu prostředí nabývá prostředí právě takových vlastností, jaký je vliv systémů na prostředí. Bude tedy platit, že prostředí bude v kanceláři znečištěné, protože referent je kuřák, že je zde prostředí hlučné, protože písarka způsobuje hluk, atd. Vlastnosti, které bude mít prostředí v kanceláři za přítomnosti referenta je vyznačeno ve sloupci $\tilde{M}s_1$ a prostředí za přítomnosti písarka pak ve sloupci $\tilde{M}s_2$ /tab. 4/.

Aby byla úloha řešena, je nutno zjistit:

1. zda písarka může pracovat v prostředí, které vzniká za přítomnosti referenta,
2. zda referent může pracovat v prostředí, které vzniká přítomností písarky.

Smysl mají také otázky

3. zda referent může pracovat v prostředí, které vzniká v jeho přítomnosti,
4. zda písarka může pracovat v prostředí, které vzniká za její přítomnosti.

Odpověď je u první i druhé otázky negativní. Referent nemůže pracovat v prostředí, ve kterém hlučí psací stroj písarky a písarka nemůže pracovat v prostředí, znečiš-

těné kuřáckou vášní referenta. Sám sobě však nikdo z nich nevadí.

Stejná odpověď může být zjištěna výrokovým kalkulem, ve kterém jednotlivé výroky nabývají hodnoty 1 nebo 0 podle toho, zda je pravda nebo ne, že prostředí vytvářené referentem je elementem přijatelných prostředí pro referenta ($M_{s_1} \in \{M\}_{s_1}$) atd. podle tabulky č. 5. Hodnota 0 v závěrečné konjunkci výroků dává odpověď, že oba systémy nejsou slučitelné ve společném prostředí.

Zadaný příklad byl triviální, protože se zjišťovala slučitelnost jen dvou systémů, a byl snadno řešitelný i prostou úvahou. Jestliže však počet systémů a (nebo) počet uvažovaných vlastností stoupá, stává se řešení nepřehledným a formalizovaný postup se pak stane jediným spolehlivým východiskem. Postup kalkulu slučitelnosti, který spočívá ve zjišťování pravdivostní hodnoty proměnné V ve vztahu (O1) je možno svěřit také samočinnému počítači, jestliže by byl vypracován příslušný program.

Složitější modely

Modely prostředí a systémů v prostředí v té podobě jak byly uvedeny jsou silným zjednodušením skutečnosti. Bude tedy v budoucnu možné a také nutné, jestliže se má kalkul slučitelnosti přibližovat co nejvíce skutečnosti, aby byly sestavovány modely složitější, např. s větším počtem hodnot na vstupech a výstupech, se složitějšími vztahy mezi vstupy a výstupy, se závislostí výstupu na minulých stavech, zavedením změn těchto stavů v čase vlivem entropie apod. S komplikací modelů prostředí a systémů v prostředí by se pochopitelně komplikoval i kalkul slučitelnosti.

Vlastnost	ψ'	\mathcal{M}	$\{\mathcal{M}\}_{s_1}$	$\{\mathcal{M}\}_{s_2}$
hlučnost	ψ'_1	0	0	1v0
čistota ovzduší	ψ'_2	0	1v0	0
čistota předmětů	ψ'_3	0	1v0	0
nepořádek	ψ'_4	0	1v0	1v0
přítomnost jiných osob	ψ'_5	0	1v0	1v0

tab. 1

	γ_1	γ_2
ψ_1	0	1
ψ_2	1	0
ψ_3	0	0
ψ_4	1	0
ψ_5	1	1

tab. 3

	\mathcal{M}_1	\mathcal{M}_2	\mathcal{M}_3	\mathcal{M}_{15}	\mathcal{M}_{16}
ψ'_1	0	0	0	...	0
ψ'_2	1	1	1	...	0
ψ'_3	1	1	1	...	0
ψ'_4	1	1	0	...	0
ψ'_5	1	0	1	...	1

tab. 2

	\mathcal{M}_{s_1}	\mathcal{M}_{s_2}
ψ'_1	0	1
ψ'_2	1	0
ψ'_3	0	0
ψ'_4	1	0
ψ'_5	1	1

tab. 4

\mathcal{M}_{s_1}	\mathcal{M}_{s_2}	$\{\mathcal{M}\}_{s_1}$	$\{\mathcal{M}\}_{s_2}$	I.	II	III	IV	V
0	1	0	1	0				
1	0	1v0	0					
0	0	1v0	0	1	0	0	1	0
1	0	1v0	1v0					
1	1	1v0	1v0					

tab. 5

$I \equiv \mathcal{M}_{s_1} \in \{\mathcal{M}\}_{s_1}$; $II \equiv \mathcal{M}_{s_1} \in \{\mathcal{M}\}_{s_2}$; $III \equiv \mathcal{M}_{s_2} \in \{\mathcal{M}\}_{s_1}$; $IV \equiv \mathcal{M}_{s_2} \in \{\mathcal{M}\}_{s_2}$; $V \equiv I \& II \& III \& IV$.

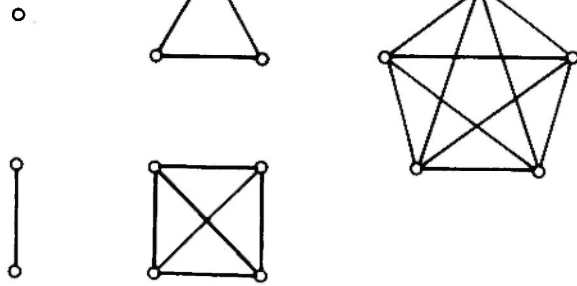
2.2. Aloka ce do místnosti

Výsledkem kalkulu slučitelnosti ve společném prostředí, který byl popsán v předešlé kapitole, je seznam dvojic systémů, které mohou existovat ve společném prostředí, aniž by přitom došlo ke "špatnému" stavu některého z nich. Dvojice systémů, které v tomto seznamu nejsou uvedeny, musí být od sebe odděleny nějakým zařízením (izolátorem), které by zajistilo, aby nevhodné účinky prostředí se nepřenášely od jednoho z nich k druhému systému. Prostor, ve kterém má proces probíhat, se tak rozpadne na řadu "místností", navzájem oddělených a omezených zmíněnými izolátory. Přitom v žádné místnosti se nesmí vyskytovat taková dvojice systémů, které nejsou slučitelné ve společném prostředí. Bude se totiž předpokládat, že v místnosti bude jednolitě prostředí, takové, jaké vznikne vzájemným působením původního prostředí a systémů, jež se v této místnosti vyskytují.

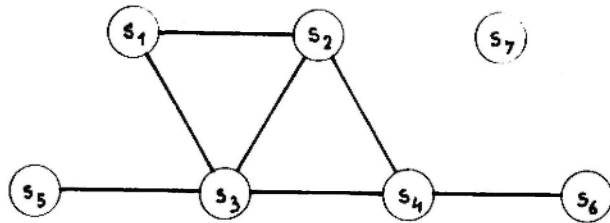
V této kapitole bude formalizována a řešena úloha navrhnout takové přiřazení systémů k místnostem, aby každé místnosti byla přiřazena jen taková skupina systémů, které mohou existovat ve společném prostředí, neboli navrhnout přípustné přiřazení (alokaci).

Tato úloha je řešitelná velmi snadno, jestliže každému systému, který je součástí procesu, přiřadíme jednu místnost. Toto řešení však nemusí prakticky uspokojit a bude tedy úkolem najít například všechna přípustná přiřazení nebo najít takové přiřazení, při kterém bude počet místností minimální.

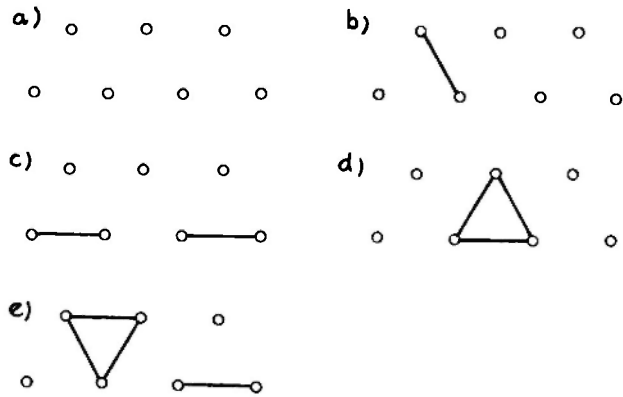
OBR. 2.9



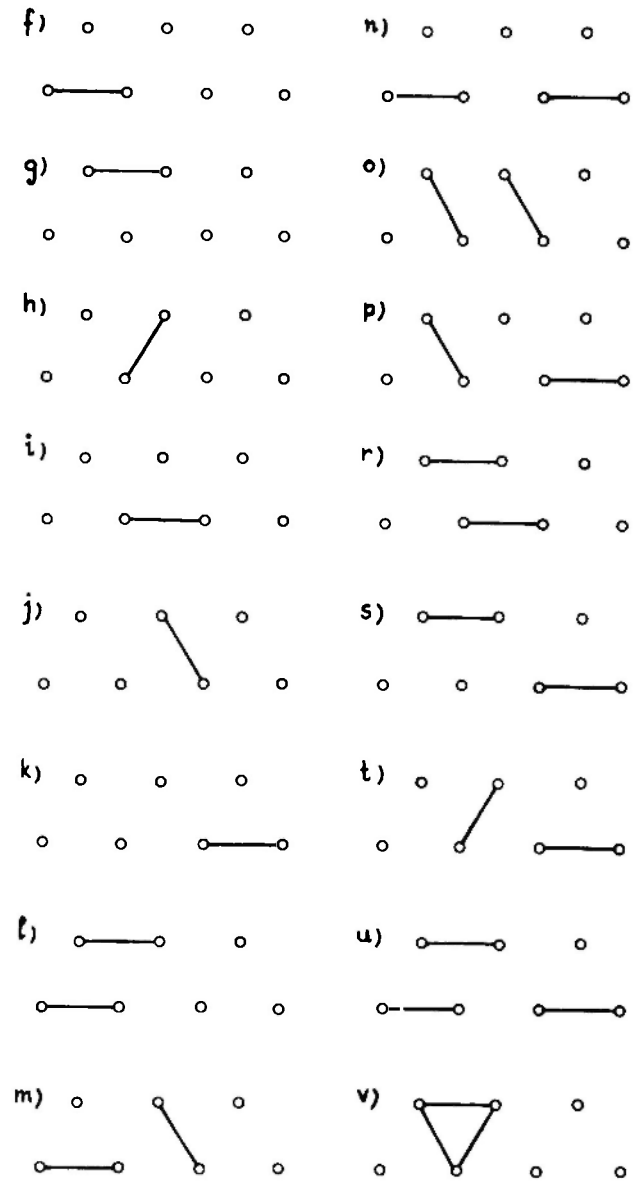
OBR. 2.10



OBR. 2.11



(OBR. 2.11)



Formální vyjádření úlohy

Výsledek kalkulu slučitelnosti je možno zapsat jako soubor dvojic, např. $\{ /s_1, s_2/, /s_1, s_4/, /s_2, s_5 /, \dots, /s_i, s_j/ \}$, V tomto výrazu jsou s_i a s_j jednotlivé systémy, které jsou elementy procesu. Každá dvojice $/s_i, s_j/$ představuje dvojici slučitelných systémů, tj. takových, jejichž slučitelnost ve společném prostředí byla prokázána kalkulem. Pokud by se v seznamu nějaký systém s_h nevyskytoval, a byl přitom elementem procesu, znamená to, že nemůže být ve společném prostředí s žádným jiným systémem. Je zřejmé, že na pořadí dvojic, uvedených v seznamu, nezáleží, a že také nezáleží na tom, v jakém pořadí jsou uvedeny systémy v rámci dvojice. Tak by bylo možno již uvedený soubor dvojic zapsat také takto: $\{ /s_1, s_4/, /s_2, s_1/, /s_2, s_5/, \dots, /s_j, s_1/ \}$ a bude přesto vyjadřovat naprosto stejný výsledek kalkulu slučitelnosti. Výsledek kalkulu slučitelnosti bude tedy možno zapsat jako graf, ve kterém každému systému s_i bude odpovídat uzel s_i a každé dvojici s_i, s_j , která může existovat ve společném prostředí, bude odpovídat hrana $/s_i, s_j/$. Tento graf bude označován jako $G/U, H/$ kde G je predikát, který váže prvky množin U (množiny uzlů) a H (množiny hran), G bude sestávat z jedné nebo více souvislých komponent. Samostatnou komponentou grafu $G/U, H/$ bude např. uzel s_h , odpovídající systému, který nemůže existovat ve společném prostředí s žádným jiným systémem procesu. Příklad grafu, vyjadřujícího výsledek kalkulu slučitelnosti, je na obr. 2.10.

Jeli výsledek kalkulu slučitelnosti vyjádřen grafem $G/U, H/$, pak úloze přiřadit systémy procesu k místnostem odpovídá úloha vytvořit takové podmnožiny uzlů U'_1, U'_2, \dots, U'_l , aby každý uzel grafu $G/U, H/$ byl elementem právě jedné této podmno-

žiny. To znamená, že mezi podmnožinami U_1', U_2', \dots, U_k' a množinou uzlů U grafu $G/U, H/$ budou platit vztahy

$$U_1' \cap U_2' \cap \dots \cap U_k' = \emptyset, \quad (02)$$

$$U_1' \cup U_2' \cup \dots \cup U_k' = U. \quad (03)$$

Každé podmnožině uzlů U_i' pak odpovídá určitá podmnožina hran H_i' , obsahující ty hrany grafu $G/U, H/$, které spojují uzly s_i, s_j , které jsou elementy podmnožiny U_i' . Splněním vztahů (02) a (03) vzniknou podgrafy $G_i'/U_i', H_i'/$, jejichž soubor bude tvořit faktor /hranový podgraf/ grafu $G/U, H/$. Každý podgraf G_i' bude přiřazen jedné místnosti m_i . Množina uzlů U_i' bude označována jako obsah místnosti m_i .

Má-li být nalezeno přípustné přiřazení systémů k místnostem, musí být všechny systémy, přiřazené k téže místnosti, navzájem slučitelné ve společném prostředí. Jinak řečeno, nutnou podmínkou přípustného přiřazení je, aby neexistovala taková dvojice systémů, jejíž oba elementy jsou přiřazeny k téže místnosti, ale nejsou přitom slučitelné ve společném prostředí. Vrátime-li se opět k vyjádření ve formě grafů, bude nutná podmínka správného přiřazení splněna tehdy, jestliže každá dvojice uzlů s_i, s_j , která se vyskytuje v U_i' , je spojena hranou $/s_i, s_j/$, která byla elementem grafu $G/U, H/$. Jinak řečeno, každý podgraf $G_i'/U_i', H_i'/$ musí být úplným grafem.

Úlohu nalézt všechna přípustná přiřazení systémů k místnostem je tedy možno formulovat jako úlohu nalézt ke grafu $G/U, H/$ všechny navzájem různé faktory $G_1^*, G_2^*, \dots, G_n^*$, jejichž komponenty jsou samy o sobě úplnými grafy.

Úlohu nalézt takové přiřazení systémů k místnostem, při které je počet místností minimální, je řešena tehdy, jestliže nalezneme mezi faktory G_1^* , G_2^* , ..., G_n^* ten, jehož počet komponent je minimální.

Úloha nalézt k danému grafu faktory, jejichž komponenty jsou úplnými grafy, je z matematického hlediska zcela přesně formulovaná a bylo by tedy možné nalézt algoritmus, který by umožnil automatické řešení této úlohy. Přiřazení systémů procesu k místnostem by tak mohlo být svěřeno samočinnému počítači.

V této kapitole se vyskytovaly některé obtížnější pojmy z teorie grafů. Jejich vysvětlení a přesné definice by neúměrně rozšiřovaly rozsah této práce, a je možné je najít v lit. 7 nebo 6. Význam použitých pojmů bude ukázán v příkladu, který je k této kapitole připojen; pojem "úplný graf" je však nutno vysvětlit předem:

Graf je úplný tehdy, jestliže se v něm nevyskytuje žádná dvojice uzlů i, j , které by v grafu neodpovídala hrana $/i, j/$. Úplný graf je možno identifikovat také tak, že v úplném grafu mají všechny uzly stupeň $/tj.$ počet hran vyskytujících se u uzlu/ o jednotku nižší, než je počet uzlů grafu. Počet hran v úplném grafu je

$$|H| = \frac{|U| \cdot (|U| - 1)}{2} ,$$

kde $|H|$ je počet hran,

$|U|$ je počet uzlů.

Příklady úplných grafů s jedním až pěti uzly jsou na obr. 2.9.

Příklad přiřazení systémů k místnostem

Na obrázku 2.10 je vyjádřen ve formě grafu $G/U, H/$ výsledek kalkulu slučitelnosti systémů s_1, s_2, \dots, s_7 . Jednotlivé systémy mají tento obsah:

s_1	- vedoucí pracovník	s_5	- písárka
s_2	- konceptní pracovník	s_6	- modelárna
s_3	- vedoucí provozu	s_7	- planografie
s_4	- konstrukční pracovníci		

Úkolem bude nalézt všechna přípustná přiřazení systémů k místnostem a nalézt to přiřazení, při kterém je počet místností minimální.

Graf $G/U, H/$ není souvislý, protože v něm existuje dvojice uzlů, kterou nespojuje žádná posloupnost hran, např. dvojice s_1 a s_7 . Graf $G/U, H/$ na obr. 2.10 se skládá ze dvou komponent, a to komponenty sestávající z uzlů s_1, s_2, \dots, s_6 , a z druhé komponenty, do které patří uzel s_7 . Uzly, které patří do téže komponenty, jsou navzájem spojeny posloupností hran. Například uzly s_5 a s_6 jsou spojeny posloupností $/s_5, s_3 /, /s_3, s_4 /, /s_4, s_6 /$. Prvá komponenta není úplným grafem, protože v ní chybí např. hrana spojující uzly s_1 a s_4 . Naproti tomu komponenta sestávající z uzlu s_7 je úplným grafem (viz také obr. 2.9/).

Bude-li tedy úkolem najít takové faktory, jejichž každá komponenta by byla úplným grafem, bude nutno vypouštět z komponenty s_1, s_2, \dots, s_6 některé hrany. Sestrojení jednoho faktoru G_1^* je velmi snadné. - je to faktor, ve kterém každý uzel je elementem jedné komponenty, každá komponenta obsahuje jeden uzel a je tedy úplným grafem (viz obr. 2.11 a)). Sedm navzájem různých faktorů vznikne, jestliže

ponecháme vždy jen jednu hranu grafu $G/U, H/$. Jeden z nich je na obr. 2.11 b). Podobně je možno vytvořit faktory obsahující dvě hrany /viz obr. 2.11 c)/, obsahující tři hrany /obr. 2.11 d)/ a konečně faktor obsahující čtyři hrany původního grafu $G/U, H/$. Tento faktor, zobrazený na obr. č. 2.11 e), je současně faktorem, který má nejmenší počet komponent, totiž čtyři. Systémy s_1, s_2, \dots, s_7 je tutíž možno rozmístit do čtyř místností, aniž by přitom musely být v místnosti dva systémy, které nejsou slučitelné ve společném prostředí. Při třech místnostech již přijatelné přiřazení uvedených systémů neexistuje.

Přiřazení, která byla uvedena na obr. 2.11 a, b, c, d, e, ještě nejsou všemi přípustnými přiřazenými. Ostatní faktory, představující přípustná přiřazení jsou na obr. 2.11 f) až v). Existuje tedy celkem 21 přijatelných přiřazení systémů s_1, s_2, \dots, s_7 k místnostem.

Při alokaci uvedených sedmi systémů do čtyř místností (obr. 2.11 e)) budou mít jednotlivé místnosti tento okruh

- v místnosti č. 1: vedoucí, konceptní pracovník, vedoucí provozu,
- v místnosti č. 2: konstrukční pracovníci a modelárna,
- v místnosti č. 3: písárka,
- v místnosti č. 4: planografie.

2.3. Spojení místností

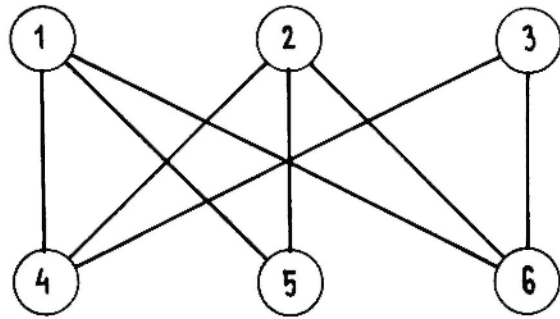
Výsledkem postupu, popsaného v minulé kapitole byl seznam nutných místností $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_k$, a byl také určen jejich obsah. Tak například při variantě přiřazení, znázorněné na obr. 2.11 d), je celkem pět místností s tímto obsahem:

Místnost m_1 obsahuje systémy s_1 ,
 místnost m_2 obsahuje systémy s_2, s_3, s_4 ,
 místnost m_3 obsahuje systém s_5 ,
 místnost m_4 obsahuje systém s_6 ,
 místnost m_5 obsahuje systém s_7 .

Jednotlivé místnosti musí být navzájem odděleny tak, aby nevhodné účinky prostředí nemohly pronikat z jedné místnosti do druhé. Kdyby nebyly odděleny, vzniklo by ve všech místnostech společné prostředí, které by vedlo u některých místností ze systémů s_1, s_2, \dots, s_7 ke "špatnému" stavu.

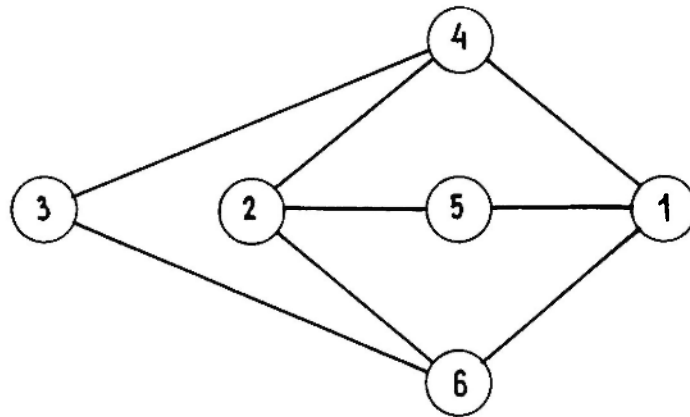
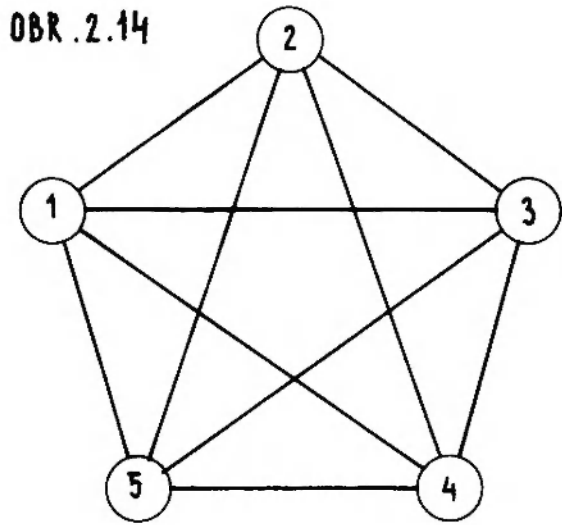
Během procesu však dochází k přechodu lidí, strojů nebo materiálů od operace k operaci, a tak podle obsahu místností i k přechodu z jedné místnosti do druhé. Bude tedy nutné navzájem spojit ty dvě místnosti, mezi nimiž k takovému přechodu dojde.

Aby toto spojení místností mohlo být navrženo, jsou nutné údaje o tom, mezi kterými dvojicemi systémů dochází k přechodu. Z těchto údajů můžeme snadno usoudit, mezi kterými místnostmi dochází k přechodu. Takto upravené podklady bude možné znázornit jako graf F/U,H/, ve kterém každé místnosti bude odpovídat uzel m_i , a každé dvojici místností m_i, m_j , mezi níž dojde v průběhu procesu k přechodu, bude odpo-



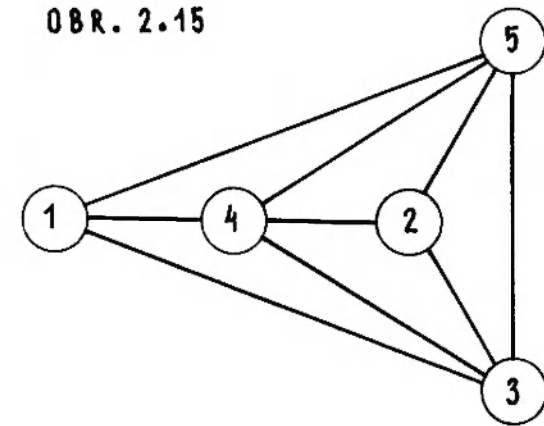
OBR. 2.12

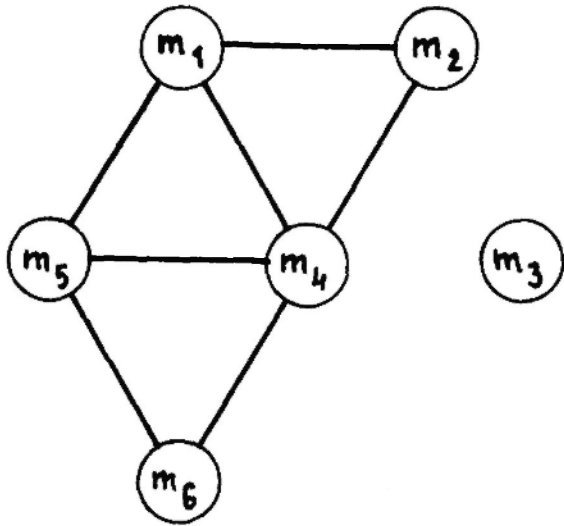
OBR. 2.14



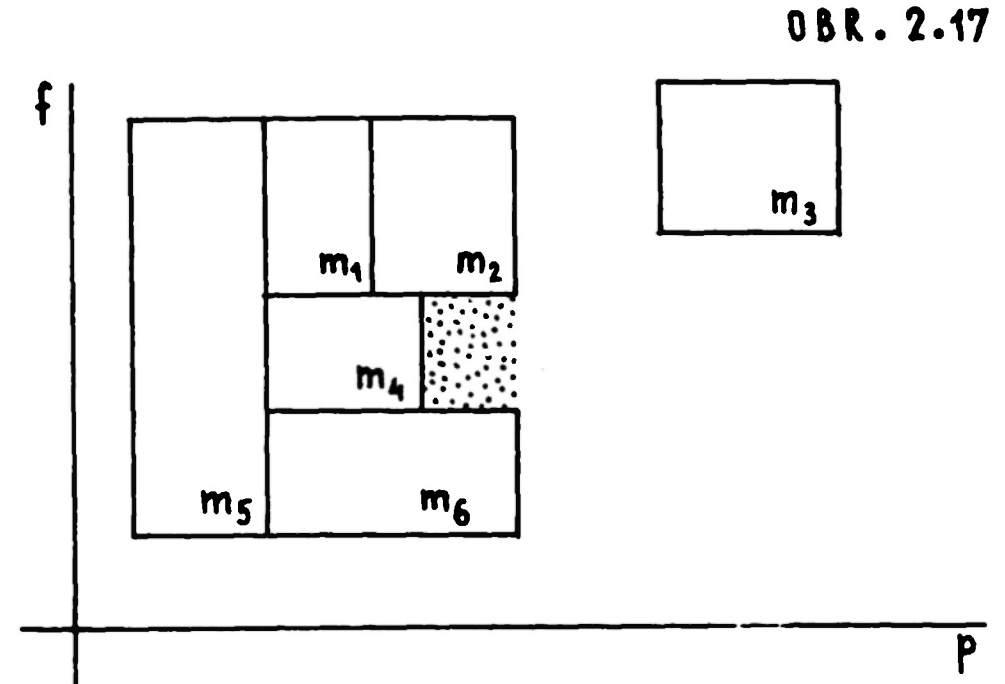
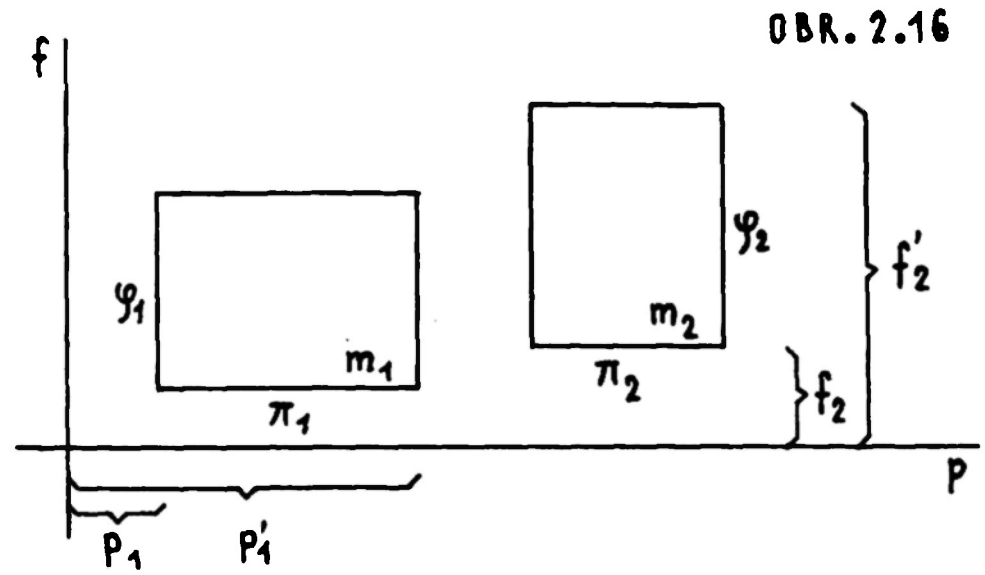
OBR. 2.13

OBR. 2.15

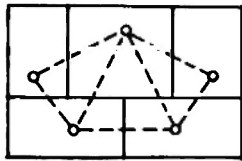




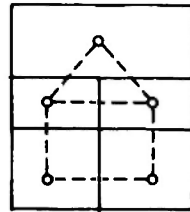
OBR. 2.18



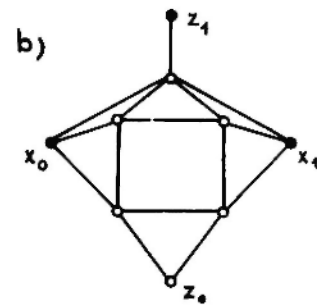
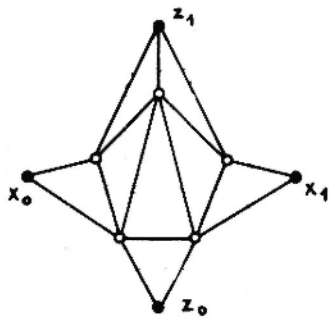
a) OBR. 2.19



b)

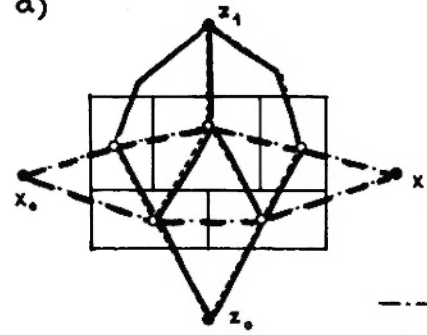


a) OBR. 2.20

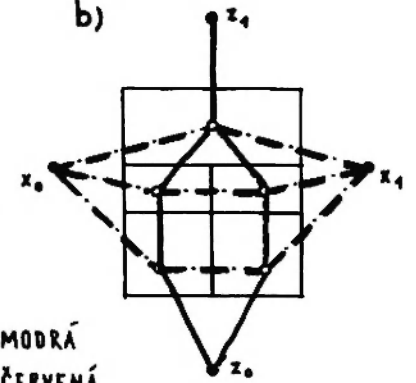


OBR. 2.21

a)

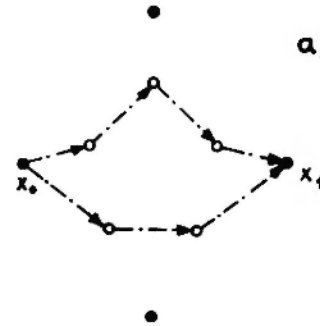


b)



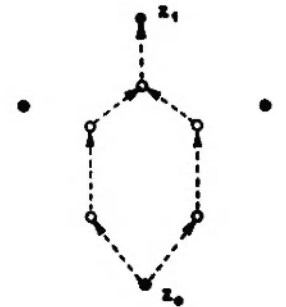
--- MODRÁ
 - - - ČERVENÁ

a)

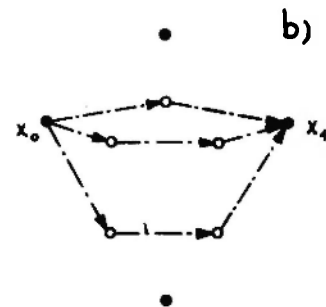


OBR. 2.22

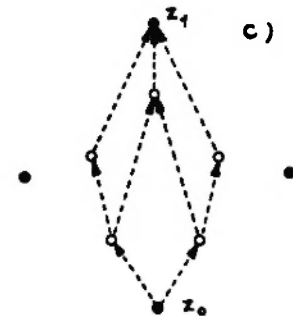
d)



b)



c)



vídat hrana / m_i, m_j /. Tak například graf $F_1/U, H/$ na obr. 2.12 představuje soubor místností a přechody mezi místnostmi, ke kterým dojde v průběhu procesu.

Jestliže mají být místnosti uspořádány a spojeny v rovinné ploše, pak musí být graf, vyjadřující přechody mezi místnostmi a tedy i požadovaná spojení, rovinným grafem. V grafu $F_1/U, H/$ na obr. 2.12 se však řada hran kříží. Přesto je tento graf rovinný, protože existuje takové jeho uspořádání /tzv. rovinné topologické uspořádání/, při kterém se žádné dvě hrany nekříží /viz obr. 2.13/.

Naproti tomu graf na obr. 2.14 není rovinný, protože pro něj neexistuje rovinné topologické uspořádání. To je možno dokázat dosazením do dvou vět, které platí pro rovinné grafy /lit. 6/:

Pro rovinné grafy platí tzv. Eulerova polyedrová věta

$$\alpha_0 + \alpha_2 = \alpha_1 + 2 \tag{04}$$

ve které α_0 je počet uzlů,
 α_1 je počet hran
 α_2 je počet elementárních ploch /kružnic/ grafu.

Dále platí pro rovinné grafy, že každá hrana grafu se vyskytuje jako prvek obvodu vždy dvou elementárních ploch, neboli platí

$$1. a_1 + 2 \cdot a_2 + \dots + (\alpha_0 - 1) \cdot a_{\alpha_0 - 1} + \alpha_0 \cdot a_{\alpha_0} = 2 \alpha_0, \tag{05}$$

kde a_1 je počet elementárních ploch /kružnic/ s jednou hranou na obvodu,
 a_2 je počet elementárních ploch (kružnic) se dvěma hranami na obvodu,
 a_{α_0} je počet elementárních ploch /kružnic/ s α_0 hran na obvodu.

Dosadíme-li do vztahů /04/ a /05/ konkrétní hodnoty z grafu na obr. 2.14, tj. $\alpha_1 = 10$, $\alpha_0 = 5$, dostaneme

$$5 + (a_3 + a_5) = 10 + 2$$

$$3 \cdot a_3 + 5 \cdot a_5 = 2 \cdot 10.$$

Hodnoty a_1 , a_2 , a_4 budou nulové, protože v grafu $F_2/U,H/$ se vyskytují pouze elementární plochy se třemi nebo pěti hranami na obvodu /trojúhelníky a pětiúhelníky/.

Řešením obou rovnic vypočteme a_5 :

$$a_3 = 7 - a_5$$

$$21 - 3a_5 + 5a_5 = 20$$

$$2a_5 = -1,$$

což je spor, protože v graf $F_2/U,G/$ na obr. 2.14 se vyskytuje elementární plocha s pěti hranami na obvodu. Je to elementární plocha "kolem" grafu /doplňková/.

Graf na obr.2.14 tedy není rovinný.

Bude-li úkolem uspořádat místnosti m_1 až m_5 z grafu na obr. 2.14 v rovině, musí být graf změněn na rovinný. Musí být tedy vypuštěna některá hrana grafu, neboli některé dvě místnosti, mezi nimiž dojde k přechodu, nebudou přímo spojeny. Např. po vypuštění hrany (1, 2) vznikne rovinný graf, znázorněný na obr. 2.15.

Pro vypouštění požadovaných spojení mezi místnostmi mohou platit různá omezení /například některou skupinu spojení nelze vypustit/ a mohou také být uplat-

něna různá kritéria, při jejichž splnění půjde o optimální úpravu grafu na rovinný graf. Jako kritérium může být z hlediska praktické interpretace zvolen například požadavek nejmenšího možného vzrůstu nákladů na dopravu, nejmenší počet průchodů jinými místnostmi apod.

Úprava grafu na rovinný bude nejjednodušší, jestliže stačí vypustit jednu hranu. Pro řešení pak bude dostačovat, jestliže hraně přisoudíme váhu podle toho, jak výhodné je její vypuštění z hlediska zadaného kritéria. Vypustíme pak hranu, u níž je vypuštění nejvýhodnější.

2.4. Plošný rozvrh

Obsahem předešlých kapitol byl postup, jak dojít od výchozích údajů až ke grafu, vyjadřujícímu požadované spojení místností. Tento graf musí být rovinný.

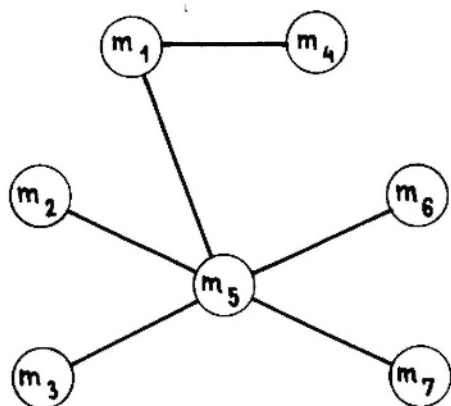
V této kapitole bude cílem pokročit ještě dále ve formalisovaném postupu projektové práce, totiž k rozvrhu místností do plochy. Pro rozvrh do plochy bude nutný ještě jeden druh podkladových údajů, bez kterých se bylo možno v předešlých kapitolách obejít. Budou to údaje o ploše, kterou má ta která místnost zaujímat, o nárocích na tvar této plochy, na minimální rozměry místnosti, na orientaci ke světovým stranám, a podobně.

2.4.1. Model plošného rozvrhu

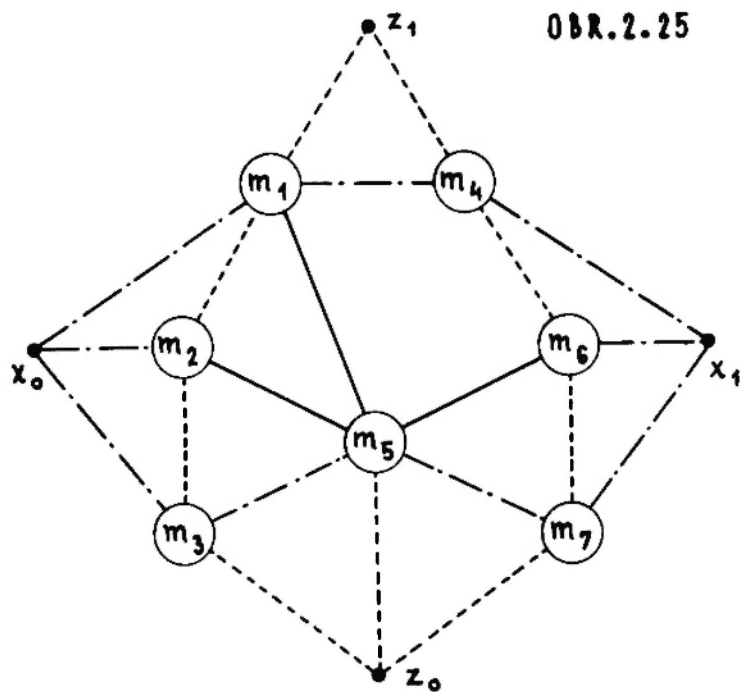
Na rovinné ploše E jsou vymezeny její části $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_n$, o velikosti /výměře/ $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n$. Části m_1, m_2, \dots, m_n mají pevně stanovenou pozici vůči pravouhlé souřadnicové osnově s osami p a f . Takto stanovený soubor částí $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_n$ bude označován jako plošný rozvrh a bude symbolicky zapisován $\{m_n\}_{p,f}$.

Jako pravouhlé dispoziční bude označován takový rozvrh, který vyhoví těmto dalším podmínkám:

P 1. Části $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_n$ se nepřekrývají, tzn. že neexistuje taková část plochy E , která by byla současně elementem dvou částí m_i a m_j , patřících do téhož plošného rozvrhu $\{m_n\}_{p,f}$.

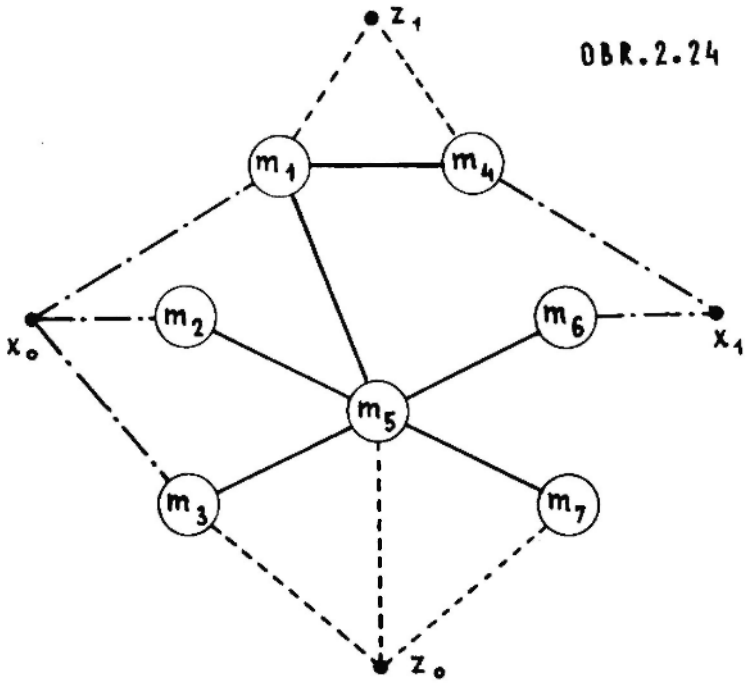


OBR. 2.23

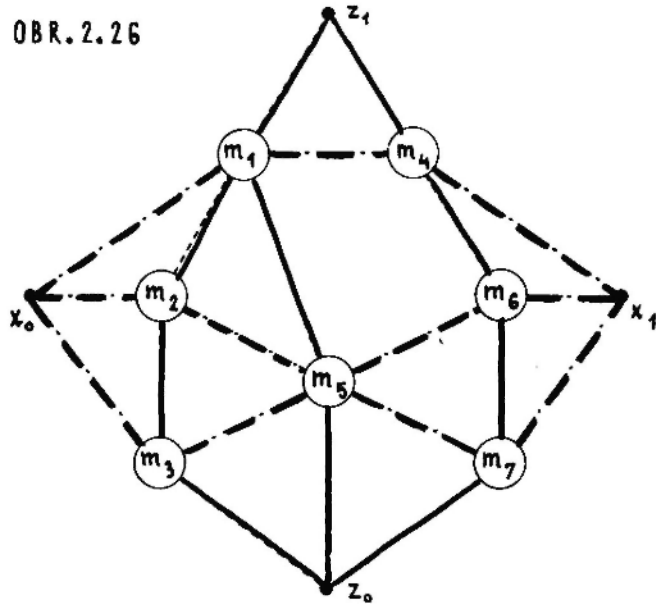


OBR. 2.25

OBR.2.24



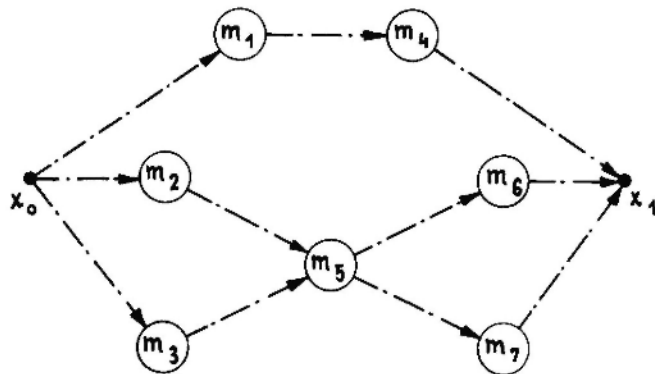
OBR. 2.26



OBR. 2.28

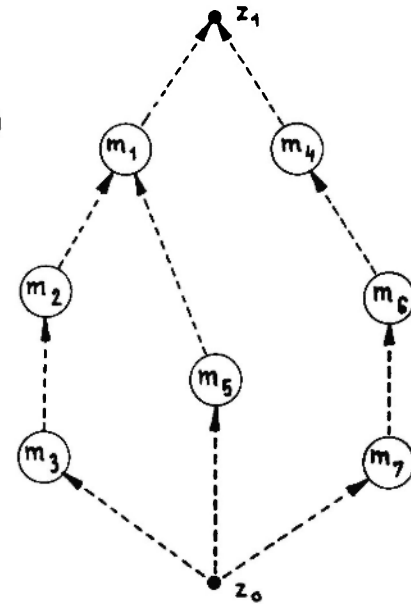
5,26		9,50		4,50	10,00
		m ₁		2,22	
2,37	4,22	5,28		4,45	m ₆
	m ₂			4,74	
2,37	4,22	m ₅		3,33	m ₇
		14,00			

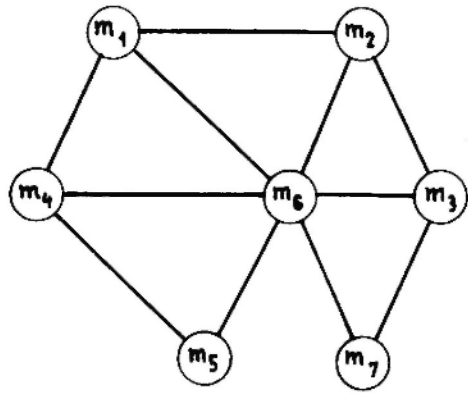
a)



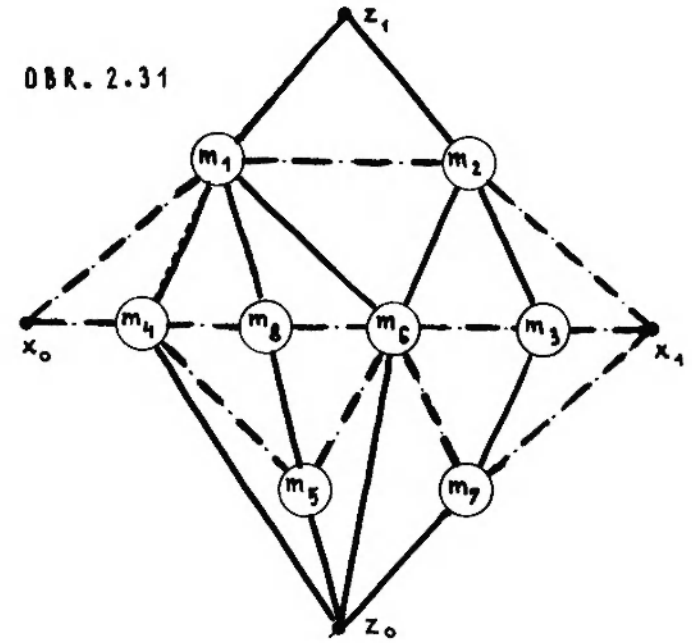
OBR. 2.27

b)

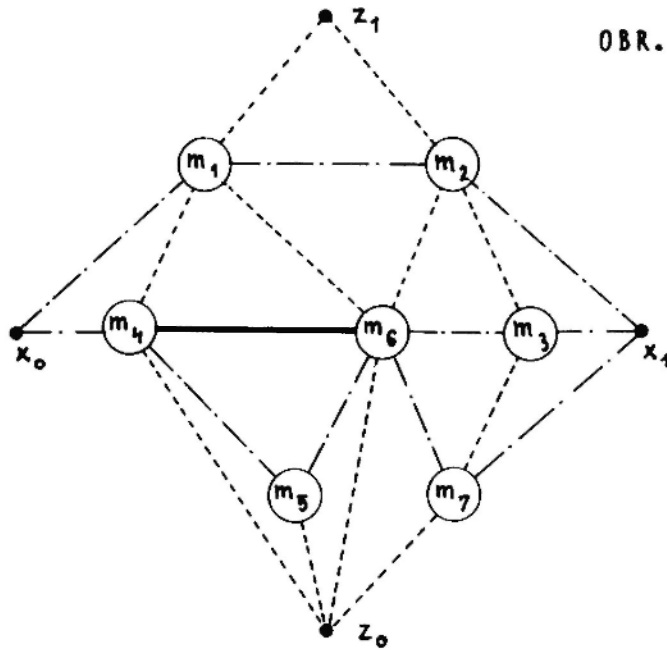




OBR. 2.29



OBR. 2.31



OBR. 2.30

OBR. 2.32

		10,00			
		4,40		5,60	
		m ₁		z ₁	
				m ₂	
4,55				1,00	
				4,60	
				m ₃	
				4,35	
		1,68		1,68	
		m ₈			
		2,04			
5,95				4,60	
m ₄				m ₇	
				4,35	
		4,95		m ₅	
				5,95	
		m ₆			
				10,50	

P 2. Tvar každé části $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_n$ je obdélníkový; o délkách π_i a φ_i stran části m_i bude platit

$$\pi_i \cdot \varphi_i = P_i \quad (06)$$

P 3. Strany všech částí rozvrhu $\{m_n\}_{p,f}$ jsou navzájem kolmé nebo rovnoběžné, a jsou kolmé nebo rovnoběžné i s osami p a f souřadnicové osnovy; strana části m_i o délce φ_i bude rovnoběžná se souřadnicovou osou f a bude od ^{ní}vzdálena o velikost souřadnice p_i nebo p_i' , $p_i' \geq p_i$. Strana o délce π_i bude rovnoběžná se souřadnicovou osou p a bude od ní vzdálena o velikost souřadnice f_i resp. $f_i', f_i' \geq f_i$.

P 4. Mezi velikostmi stran části m_i a jejich souřadnicemi platí vztahy

$$\pi_i = |p_i' - p_i|, \quad (07)$$

$$\varphi_i = |f_i' - f_i|. \quad (07)'$$

Příklad plošného rozvrhu, sestávajícího ze dvou částí m_1 a m_2 , a vyhovujícího pravidlům P 1. až P 4. je na obr. č. 2.16. Je tedy na tomto obrázku pravoúhlá dispozice o dvou místnostech.

Bude nutné definovat ještě pojem sousedních místností. Dvě místnosti m_i a m_j jsou sousední, jestliže při souřadnicích jejich stran nabývá následující výraz hodnotu 1:

$$\left\{ \left[(p_i = p_j) \vee (p_j = p_i') \right] \& \left(|f_i'| \geq |f_j| + c \right) \& \left(|f_j'| \geq |f_i| + c \right) \right\} \vee \\ \vee \left\{ \left[(f_i = f_j) \vee (f_j = f_i') \right] \& \left(|p_i'| \geq |p_j| + c \right) \& \left(|p_j'| \geq |p_i| + c \right) \right\} \quad (08)$$

ve kterém c je volitelná konstanta, $c \geq 0$, určující nejmenší přípustnou velikost společného obvodu obou sousedících místností, neboli délku, v jaké mají místnosti sousedit,
 ∇ je funktor disjunkce, používaný v logice výroků,
 $\&$ je funktor konjunkce, používaný v logice výroků.

(Pojem sousedních místností je poměrně snadno pochopitelný intuitivně a vztah (O8) bude používán pro vyjádření sousedství jedině tehdy, když plošný rozvrh bude prováděn formalizovaným postupem.)

Sousedství místností v určité dispozici je možné vyjádřit také jako graf $F/U, H/$, ve kterém místnosti $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_n$ jsou zobrazeny jako uzly a sousedícím dvojicím místností budou v grafu odpovídat hrany $/m_i, m_j/$. Tak dispozici na obr. 2.17 odpovídá graf $F/U, H/$ na obr. 2.18. Je zřejmé, že obsah grafu $F/U, H/$ je velmi blízký obsahu, který vyjadřoval graf, zobrazující požadovaná spojení místností. Jejich vztah je následující: Místnosti, které mají být spojeny, musí také sousedit. Graf $F/U, H/$ vyjadřující požadovaná spojení bude tedy podgra-
 fem grafu $F/U, H/$ vyjadřujícího sousedství v dispozici.

Graf, vyjadřující sousedství místností je vždy rovinný. Každý uzel m_i , který není na obvodu grafu $F/U, H/$, má stupeň $S_i \geq 4$.

Graf $F/U, H/$, stejně jako jiné rovinné grafy, má zpravidla řadu různých topologických uspořádání. Každému topologickému uspořádání pak přísluší jiná dispo-
 sice, a to například již z toho důvodu, že se při nich objevují jiné uzly nebo jiné hrany na obvodu grafu. Aby graf, vyjadřující sousedství místností, jedno-

jednoznačně korespondoval s určitou dispozicí, musí v něm být vyjádřeno, které místnosti jsou na obvodu, a dokonce v které části obvodu. Tato úprava grafu $F/U, H$ bude ukázána později.

Graf $F/U, H$ má ještě další významné vlastnosti. Jeho vnitřní elementární plochy jsou trojúhelníky, popřípadě čtyřúhelníky. Čtyřúhelníky se v grafu vyskytnou tehdy, jestliže čtyři místnosti spolu v dispozici sousedí v jednom bodě. Elementární plochy vyššího řádu než čtyřúhelníky nejsou v pravouhlých dispozicích možné /viz obr. 2.19 a, b, /.

Jako obrys pravouhlé dispozice může být všeobecně uvažován obdélník. Pravouhlou dispozicí, jejíž obrys by nebyl obdélníkový, je možno převést na dispozici s obdélníkovým obrysem tak, že k dispozici přidáme některé fiktivní místnosti. Tak v obr. 2.17 je u levé části dispozice vytečkovaná plocha. Kdyby tato plocha byla považována za fiktivní místnost, která také patří do plošného rozvrhu, bude obrysem této části obdélník. Taková pravouhlá dispozice, jejíž obrys je obdélníkový, bude označována jako obdélníková dispozice.

U obdélníkové dispozice, jejíž poloha, jak již bylo definováno pro každý plošný rozvrh, je pevně stanovena vůči souřadnicové osnově, je možno rozeznávat "světové strany". Ta strana obrysového obdélníka, která bude mít souřadnici f'_{\max} , $f'_{\max} \geq f'_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, bude označována názorně jako "severní". Podobně bude možno rozeznávat strany obvodového obdélníka

"jižní", pro niž platí $f'_{\min} \leq f'_i$, $i = 1, 2, \dots, n$,

"východní", pro niž platí $p'_{\max} \geq p'_i$, $i = 1, 2, \dots, n$,

"západní", pro niž platí $p'_{\min} \leq p'_i$, $i = 1, 2, \dots, n$.

V každé obdélníkové dispozici pak bude každá místnost na obvodu sousedit s jednou nebo více "světovými stranami". Toto sousedství bude možné vyjádřit stejnými prostředky, jako bylo vyjádřeno sousedství mezi místnostmi, tedy grafem. "Světovým stranám" přiřadíme nové uzly takto:

"západu" uzel x_0 ,
 "východu" uzel x_1 ,
 "jih" uzel z_0 ,
 "severu" uzel z_1 .

Každý uzel grafu, který sousedí s určitou "světovou stranou", spojíme hranou s uzlem, který byl této světové straně právě přiřazen. Na obr. 2.20 a,b, jsou grafy, odpovídající dispozicím na obr. 2.19. Jsou již upraveny tak, že vyjadřují i sousedství se "světovými stranami". Takto upravené grafy budou označovány F''/U'' ; $H''/$ a budou vyjadřovat všechna sousedství v obdélníkové dispozici, tedy jak sousedství místností navzájem, tak sousedství s obvodem dispozice.

Grafy F'' budou mít některé významné vlastnosti. Předně bude nutno upozornit na to, že na rozdíl od grafů F' budou zde mít stupeň $S_i = 4$ všechny uzly, odpovídající místnostem (skutečným nebo fiktivním). Stupeň nově přidaných uzlů x_0, x_1, z_0, z_1 bude vždy roven nebo větší než jedna. Součet stupňů všech uzlů x_0, x_1, z_0, z_1 bude v obdélníkové dispozici vždy roven číslu r , pro které platí

$$r = n_0 + 4, \quad (09)$$

kde n_0 je počet uzlů grafu F' , které jsou na obvodu dispozice,

$$n_0 > 1,$$

4 je počet vrcholů obrysového obdélníka.

Má-li být tvar místnosti na obvodu dispozice obdélníkový, může tato místnost sousedit nejvýše se třemi "světovými stranami". Sousedí se čtyřmi jen v tom případě, že jde o velmi jednoduchou disposici, sestávající z jediné místnosti. Bude tedy platit /u grafu s více než jedním uzlem na obvodu/, že každému uzlu na obvodu grafu přísluší nejméně jedna a nejvýše tři hrany, spojující jej s některými z uzlů x_0, x_1, z_0, z_1 .



O grafu $F' / U', H'$, vyjadřujícím sousedství místností v obdélníkové disposici, bude dále platit, že je rovinným grafem.

Obarvení hran

V obdélníkové disposici je možno rozlišovat dva druhy sousedství mezi místnostmi - místnosti mohou být "nad sebou" nebo sousedit "vedle sebe" (viz také vztah (08)). Tyto dva odlišné způsoby sousedství nebyly dosud v grafu F' vyjádřeny. U každé hrany grafu F' je tedy možno rozlišovat o který z obou druhů sousedství jde, přičemž musí jít jen o jedno z nich, protože dvě obdélníkové místnosti nemohou současně sousedit tak, že by byly jak "vedle sebe" tak "nad sebou". Rozdíl v druhu sousedství bude v grafu F' vyjádřen názorně tak, že hrany, vyjadřující sousedství "nad sebou" budou obarveny červeně, hrany, vyjadřující sousedství "vedle sebe", budou obarveny modře. Je zřejmé, že hrany u uzlů z_0 a z_1 je nutno obarvit červeně, hrany u uzlů x_0 a x_1 obarvit modře.

Na obr. 2.21 a, b, jsou takto obarveny grafy, odpovídající dispozicím z obr. 2.19.

Graf F'' , jehož všechny hrany byly obarveny, má některé významné vlastnosti. V takto obarveném grafu se nevyskytuje elementární plocha, ve které by byly všechny hrany na obvodu obarveny stejnou barvou, jedna z nich je vždy jiné barvy. Vyskytuje-li se v takto obarveném grafu elementární plocha - čtyřúhelník, pak hrany na jejím obvodu jsou vždy obarveny tak, že protilehlé hrany jsou stejné barvy. U každého uzlu grafu F'' jsou hrany obarveny tak, že tvoří kolem uzlu posloupnost, ve které se střídají skupiny hran červených, modrých, červených, modrých. Má-li tedy uzel právě čtyři hrany, bude vždy červená vedle modré. Bude-li u uzlu velký počet hran, budou tvořit vždy dvě skupiny červených a dvě skupiny modrých hran, a tyto skupiny budou prostrídány.

Orientace hran

Při sousedství místností v obdélníkové dispozici je možno rozlišovat ještě to, která místnost je nad druhou, případně která místnost je vpravo vedle druhé místnosti. Tento vztah mezi sousedícími místnostmi nebyl dosud v grafu F'' , ani po jeho obarvení, vyjádřen. Obarvení hran vyjadřuje jen to, že jimi spojená dvojice místností sousedí "nad sebou" nebo "vedle sebe". Která z obou místností je nad druhou, která z místností je vpravo, lze vyjádřit orientací hran. Červeným hranám přisoudíme orientaci tak, aby šipka mířila od uzlu-místnosti, který je pod, k uzlu místnosti, který je nad druhou místností. Modrým hranám přisoudíme

orientací tak, aby šipka mířila od uzlu-místnosti, který je vlevo, k uzlu-místnosti, který je vpravo (obr. 2.22)

Obarvením a orientací hran se graf $F'/U'; H'$ "rozpadne" na dva podgrafy, a to červený /bude značen G^f / a modrý /bude značen G^p /. Grafy G^p a G^f jsou orientované grafy, ve kterých bude vždy jeden počáteční uzel $/x_0$, případně z_0 / a jeden koncový uzel $/x_1$, případně z_1 /. V orientovaných grafech tohoto druhu je možno rozlišovat cesty, vedoucí vždy z počátečního uzlu do koncového. V grafech G^p a G^f nebudou smyčky a cykly.

O vztahu mezi grafy G^p a G^f a grafem F'' bude platit :

$$a/ \quad U^p \cup U^f = U'', \quad /10 a/$$

$$b/ \quad H^p \cup H^f = H'', \quad /10 b/$$

o grafech G^p a G^f bude dále platit:

$$c/ \quad U^p \cap U^f = \{m_n\}, \quad /10 c/$$

kde $\{m_n\}$ je množina všech uzlů, odpovídajících místnostem dispoice,

$$d/ \quad H^p \cap H^f = \emptyset, \quad /10 d/$$

neboli červený a modrý graf nemají žádnou společnou hranu,

$$e/ \quad H' \subset (H^p \cup H^f), \quad /10 e/$$

neboli každá z hran grafu $F/U, H$, vyjadřujícího sousedství místností, je obsažena buďto v červeném nebo v modrém grafu.

Ohodnocení uzlů

V každé obdélníkové dispozici je možno rozeznávat ještě jednu veličinu, a to plošnou výměru místností. Plošnou výměru P_i , příslušející místnosti m_i , je možno podle vztahu (06) vyjádřit jako součin rozměrů stran této místnosti, neboli

$$\pi_i \cdot \psi_i = P_i.$$

Rozměr π_i přisoudíme jako ohodnocení uzlu m_i v grafu G^p /modrém/, rozměr ψ_i jako ohodnocení uzlu m_i v grafu G^r /červeném/. Uzlům x_0, x_1, z_0, z_1 přisoudíme ohodnocení $\pi_{x_0} = \pi_{x_1} = 0, \psi_{z_0} = \psi_{z_1} = 0$.

Součet ohodnocení v uzlech, které jsou součástí cesty v grafu G^p nebo G^r , bude označován jako délka cesty. Délka cesty v grafech G^p a G^r , odpovídajících obdélníkové dispozici, bude rovna nebo menší než rozdíl $(p'_{\max} - p_{\min})$ u modrého grafu a rozdíl $(f'_{\max} - f_{\min})$ u červeného grafu.

Grafy G^p a G^r s ohodnocením u všech uzlů m_i jsou modelem právě jedné obdélníkové dispozice. Každé obdélníkové dispozici odpovídá právě jedna dvojice grafů $/G^p, G^r/$ s ohodnocením u všech uzlů m_i .

2.4.2. Metoda řešení

Účelem metody řešení bude nalézt obdélníkovou disposici , která by odpovídala zadaným podmínkám. Zadán je zpravidla graf $F/U,H/$, vyjadřující požadovaná spojení místností, dále podmínky o sousedství místností s obvodem dispoice, minimální plošné výměry místností. Mohou být zadány požadavky na minimální nebo maximální rozměry místností nebo celé dispoice, na tvar místnosti nebo dispoice, apod. Zadáno může být také kritérium, při jehož nejlepším splnění je nalezená obdélníková dispoice optimální.

Úloha nalézt obdélníkovou disposici je řešena, jestliže nalezneme dvojici grafů $/G^P, G^F/$ takovou, aby platilo:

$$a/ \quad U = (U^P \cap U^F) \quad /10 c/'$$

$$b/ \quad H \subset (H^P \cup H^F) \quad /10 e/'$$

kde U je množina uzlů a

H je množina hran grafu $F/U,H/$, vyjadřujícího požadovaná spojení mezi místnostmi,

c/ všechna další zadaná omezení jsou splněna,

d/ uzlům m_i je přisouzeno ohodnocení π_i a ψ_i , při kterém pro sousedící místnosti platí vztah (08).

Úloha nalézt optimální obdélníkovou disposici je řešena, jestliže nalezneme dvojici grafů $/G^P, G^F/$, splňující všechny předpoklady předešlé úlohy a současně nejlépe vyhovující zadanému kritériu.

2.4.3. Příklady

Příklad č. 1

Má být navržena obdélníková dispozice, sestávající ze sedmi místností m_1, m_2, \dots, m_7 , jejichž výměry mají být nejméně $Q_1 = 50, Q_2 = 10, Q_3 = 10, Q_4 = 10, Q_5 = 25, Q_6 = 20, Q_7 = 15$. V obdélníkové dispozici mají místnosti být spojeny tak, jak je zadáno v grafu na obr. 2.23. Místnosti m_1, m_2, m_3 mají být na "západní", místnosti m_4 a m_6 na "východní" části obvodu dispozice. Místnosti m_1 a m_4 mají být na "severní", místnosti m_3, m_5, m_7 na "jižní" části obvodu dispozice. Strana obvodového obdélníka, rovnoběžná s osou f má mít rozměr nejvýše 10. Obvodový obdélník má mít co nejmenší rozměr strany, rovnoběžné s osou p .

Úloha bude řešena, jestliže bude nalezena dvojice grafů $/G^D, G^F/$ s vhodným ohodnocením uzlů. Řešení úlohy je možné rozdělit na několik kroků. V prvním kroku bude graf požadovaných spojení doplněn o hrany /případně i uzly/ tak, aby měl vlastnosti grafu F' , vyjadřujícího sousedství místností v dispozici. V tomto kroku budou také obarveny hrany grafů. V dalším kroku budou hrany grafu orientovány tak, aby vznikla dvojice $/G^D, G^F/$, tj. modrý a červený orientovaný graf. Ve třetím kroku bude uzlům grafů G^D a G^F přiřazeno ohodnocení π a φ .

1. krok: Ke grafu z obr. 2.23 je nutno přidat uzly x_0, x_1, z_0, z_1 a vyjádřit podmínky o přiřazení jednotlivých místností ke stranám obvodového obdélníka. Tak každý z uzlů m_1, m_2, m_3 je nutno spojit hranou s uzlem x_0 , uzly m_4 a m_6 s uzlem x_1 , atd. Výsledný graf /obr. 2.24/ ještě nemá všechny vlastnosti, které má mít graf F' . Například počet hran u uzlů x_0, x_1, z_0, z_1 je 10, zatímco podle

lyba!
(23)
12.2

vztahu (09) by měl jejich počet být r ,

$$r = n_0 + 4 = 7 + 4 = 11.$$

Je tedy nutno některý z uzlů m_i spojit hranou s některým z uzlů x_0, x_1, z_0, z_1 . Jsou dvě možnosti - buďto přidat hranu $/z_0, m_6/$ nebo hranu $/x_1, m_7/$. Zvolíme například $/x_1, m_7/$.

V této fázi je již možné obarvit některé hrany. Hrany u uzlů x_0 a x_1 obarvíme modře, hrany u uzlů z_0 a z_1 obarvíme červeně.

Ani po této úpravě nemá graf všechny vlastnosti, které má mít graf F' ; vyjadřující sousedství místností. Vyskytuje se v něm jeden pětiúhelník (vymezený uzly $m_1, m_4, x_1, m_6, m_5/$ a ani jeden ze tří čtyřúhelníků nebude možno obarvit tak, aby protilehlé hrany byly obarveny stejně. Musí být tedy ke grafu přidávány další hrany. Přidáme hranu $/m_1, m_2/$, kterou je nutno obarvit červeně, hranu $/m_2, m_3/$, rovněž červenou. Dále přidáme červené hrany $/m_4, m_6/$ a $/m_6, m_7/$.

Za tohoto stavu musí být dosud neobarvené hrany $/m_1, m_4/$, $/m_3, m_5/$, $/m_5, m_7/$ obarveny modře. Graf po těchto úpravách je na obr. 2.25.

V grafu na obr. 2.25 zbývá obarvit tři hrany. Hranu $/m_2, m_5/$ je nutno obarvit modře, aby hrany u uzlu m_2 byly ve správné posloupnosti. Podobně hranu $/m_5, m_6/$ je nutno obarvit modře, aby hrany u uzlu m_6 byly ve správné posloupnosti. Hranu $/m_1, m_5/$ je možno obarvit jak modře, tak červeně. Kdyby byla obarvena modře, nebyly by hrany kolem čtyřúhelníka $/m_1, m_4, m_6, m_5/$ správně obarveny, a ke grafu by musela být přidána červená hrana $/m_4, m_5/$ nebo modrá hrana $/m_1, m_6/$. Zvolme však obarvení hrany $/m_1, m_5/$ červené.

V grafu, který vznikne po této úpravě, jsou u všech elementárních ploch grafu hrany správně obarveny, a také u všech uzlů jsou hrany ve správné posloupnosti /viz obr. 2.26/.

2. krok: Jednoznačně je dána orientace všech hran u uzlů x_0 a z_0 - hrany budou orientovány ve směru od těchto uzlů. Podobně je jednoznačně dána orientace hran u uzlů x_1 a z_1 . Další hrany je nutno orientovat tak, aby nevznikly ani v modrém ani v červeném grafu cykly a aby nevznikly nějaké další počáteční nebo koncové uzly. Vzniknou tak dva grafy - modrý /viz obr. 2.27 a/ a červený /obr. 2.27 b/.

3. krok: Proměnným ohodnocením uzlů m_i mají být přisouzeny takové hodnoty, aby byly splněny podmínky zadané úlohy. Podmínky jsou splněny při těchto hodnotách π_i a ψ_i :

π_1	=	9,50	ψ_1	=	5,26
π_2	=	4,22	ψ_2	=	2,37
π_3	=	4,22	ψ_3	=	2,37
π_4	=	4,50	ψ_4	=	2,22
π_5	=	5,28	ψ_5	=	4,74
π_6	=	4,30	ψ_6	=	4,75
π_7	=	4,50	ψ_7	=	3,33

Zbývá zjistit, zda při uvedených hodnotách π a ψ jde současně o optimální řešení. Důkaz je snadný. Součet požadovaných výměr místností je $50+10+10+10+25+20+15=140$.

Minimální hodnota rozdílu $/p_{\max} - p_{\min}/$, která je při zadaném omezení $/f_{\max} - f_{\min}/ = 10$ vůbec možná, je $140:10 = 14$. Vypočteme-li v grafu G^p délky jednotlivých cest z uzlu x_0 do uzlu x_1 , zjistíme, že jsou všechny rovny právě 14. Jde tedy o optimální obdélníkovou disposici, vyhovující zadání úlohy. Jde asi jen o jednu z možných optimálních disposic. Při konstrukci grafů G^p a G^f bylo totiž možno na několika místech postupovat více způsoby (například poprvé, když ke grafu bylo možno přidat buďto hranu $/x_1, m_7/$ nebo hranu $/z_0, m_6/$).

Výsledná obdélníková disposice je na obr. 2.28.

Příklad č. 2

Má být navržena obdélníková disposice, sestávající ze sedmi místností m_1, m_2, \dots, m_7 , jejichž výměry mají být nejméně $Q_1 = 20, Q_2 = 10, Q_3 = 20, Q_4 = 10, Q_5 = 10, Q_6 = 10, Q_7 = 20$, takže disposice bude zaujímat celkovou výměru nejméně 100. V navržené obdélníkové disposici mají místnosti sousedit tak, jak je zadáno v grafu na obr. 2.29, přičemž další sousedství jsou přípustná. Místností m_1 a m_4 mají být na "západní", místnosti m_2, m_3, m_7 na "východní" části obvodu disposice. Místnosti m_4, m_5, m_6, m_7 mají být na "jižní", místnosti m_1, m_2 na "severní" části obvodu disposice. Strana obvodového obdélníka, rovnoběžná s osou p , má mít rozměr rovný nebo menší než 10. Velikost strany rovnoběžné s osou f má být minimální, při dodržení všech dříve uvedených podmínek.

Aby tato úloha byla řešena, je nutno sestavit grafy G^p a G^f a přiřadit jejich uzlům hodnoty π_i a φ_i tak, aby podmínky zadání byly splněny.

Nejprve je nutno doplnit a obarvit graf z obr. 2.29 tak, aby vyjadřoval sousedství místností v dispozici. Ke grafu doplníme uzly x_0, x_1, z_0, z_1 a hrany $/m_1, x_0/$, $/m_4, x_0/$, atd. podle zadání. Tyto hrany hned obarvíme červeně, přísluší-li k uzlům z_0 nebo z_1 , nebo je obarvíme modře, přísluší-li k uzlům x_0 nebo x_1 . V této fázi je jednoznačně dáno obarvení u hran:

- $/m_1, m_4/ \dots \dots \dots$ červená
- $/m_1, m_2/ \dots \dots \dots$ modrá
- $/m_2, m_3/ \dots \dots \dots$ červená
- $/m_3, m_7/ \dots \dots \dots$ červená
- $/m_4, m_5/ \dots \dots \dots$ modrá
- $/m_5, m_6/ \dots \dots \dots$ modrá
- $/m_6, m_7/ \dots \dots \dots$ modrá.

Jejich obarvení je jednoznačně dáno podmínkou, aby nevznikly trojúhelníky, jejichž všechny hrany po obvodu by byly stejné barvy. Graf, který vznikl dosavadními úpravami je na obr. 2.30. V grafu na obr. 2.30 je ještě navíc obarvena modře hrana $/m_3, m_6/$, což je jednoznačně nutné, aby u uzlu m_3 byla splněna podmínka o posloupnosti hran u uzlu. Hrany $/m_2, m_6/$ a $/m_1, m_6/$ mohly být obarveny jak červeně, tak modře. V obou případech bylo zvoleno obarvení červené.

V tomto stavu je zřejmé, že není možno dále pokračovat přidáváním a barvením hran. U uzlu m_5 je totiž stupeň $S_{m_5} = 3$, což odporuje podmínce, ve které bylo

konstatováno, že v grafech F' ; vyjadřujících sousedství místností, je u každého uzlu stupeň $S_{m_i} \geq 4$. Tato situace musí být řešena rozdělením hrany $/m_1, m_5/$ novým uzlem m_8 , který bude odpovídat nové, fiktivní místnosti m_8 . Přidány musí být také dvě hrany, aby stupeň uzlu m_8 i m_5 byl 4.

Pro této úpravě je již obarvení zbývajících hran jednoznačné a je znázorněno na obr. 2.31. Nově přidaná fiktivní místnost bude mít tuto obsahovou interpretaci: Je to plocha, která umožní spojení mezi místnostmi m_4 a m_6 , které spolu nemohou přímo sousedit, a mají být přesto spojeny. Její výměra by mohla být nulová, ale aby spojení mezi m_4 a m_6 bylo možné, musí být její rozměr φ_8 roven nebo větší než jedna.

Orientací hran grafu na obr. 2.31 vzniknou dva acyklické orientované grafy G^D a G^E , vždy s jedním počátečním a jedním koncovým uzlem. Podmínky zadané úlohy splňují například tyto hodnoty π_i a φ_i , přiřazené uzlům m_i obou grafů:

$\pi_1 = 4,40$	$\varphi_1 = 4,55$
$\pi_2 = 6,60$	$\varphi_2 = 1,80$
$\pi_3 = 4,60$	$\varphi_3 = 4,35$
$\pi_4 = 1,68$	$\varphi_4 = 5,95$
$\pi_5 = 2,05$	$\varphi_5 = 4,95$
$\pi_6 = 1,68$	$\varphi_6 = 5,95$
$\pi_7 = 4,60$	$\varphi_7 = 4,35$
$\pi_8 = 2,04$	$\varphi_8 = 1,00$

Obdélníková dispozice, odpovídající těmto výsledkům, je na obr. 2.32. Zjištění, zda jde o optimální disposici, zde bude obtížnější než v prvním příkladu. Dispozice na obr. 2.32 zaujímá výměru $10 \cdot 10,55 = 105,0$, neboli plochu větší než byla zjištěná minimální plocha /100/. Na tomto rozdílu se podílí jednak přidaná místnost m_8 , jejíž výměra je $P_8 = 2,04$, podílí se však na něm i plocha, která nepřísluší žádné z místností a která je nutná, aby m_6 a m_2 byly spojeny, i když spolu nesousedí. Za těchto podmínek není možný jednoduchý důkaz o optimálnosti výsledku, který byl použit v prvním příkladu. Přisouzení hodnot π_i a φ_i je výsledkem přibližného řešení této soustavy kvadratických a lineárních vztahů:

Každá z místností m_i má zaujímat plošnou výměru rovnou nebo větší než P_i , neboli

$$\pi_i \cdot \varphi_i \geq P_i \quad /11 a/$$

O součtech ohodnocení uzlů v grafech G^P a G^E platí, že tento součet je roven nebo menší než rozměr obvodového obdélníka dispozice. Je tedy možno o ohodnocení uzlů v modrém grafu psát:

$$\begin{aligned} \pi_1 + \pi_2 &\leq P_{\max}' - P_{\min} \\ \pi_4 + \pi_8 + \pi_6 + \pi_3 &\leq P_{\max}' - P_{\min} \\ \pi_4 + \pi_8 + \pi_6 + \pi_7 &\leq P_{\max}' - P_{\min} \quad /11 b/ \\ \pi_4 + \pi_5 + \pi_6 + \pi_3 &\leq P_{\max}' - P_{\min} \\ \pi_4 + \pi_5 + \pi_6 + \pi_7 &\leq P_{\max}' - P_{\min} \end{aligned}$$

O ohodnocení uzlů v červeném grafu je možno psát:

$$\begin{aligned}\varphi_1 + \varphi_4 &\leq f'_{\max} - f'_{\min} \\ \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_5 &\leq f'_{\max} - f'_{\min} \\ \varphi_1 + \varphi_6 &\leq f'_{\max} - f'_{\min} \\ \varphi_2 + \varphi_6 &\leq f'_{\max} - f'_{\min} \\ \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_7 &\leq f'_{\max} - f'_{\min} \quad .\end{aligned}$$

Souřadnice stran místností, které mají sousedit uvnitř dispozice, musí splnit vztah (08). Splnění tohoto vztahu lze zajistit (v kombinaci s kritériem optimálnosti, které bude uvedeno) například těmito podmínkami

$$\begin{aligned}\pi_1 &\geq \pi_4 + \pi_5 + c_1, & c_1 &= \sqrt{5}, \text{ /zajišťuje sousedství } m_1 \text{ a } m_6, \text{ tím} \\ & & & \text{ i } m_1 \text{ a } m_8 / & \text{/11 c/} \\ \pi_4 + \pi_5 + \pi_6 &\geq \pi_1 + c_2, & c_2 &= 1, \text{ /zajišťuje sousedství } m_2, m_6 / \\ \varphi_4 &\geq \varphi_5 + c_3, & c_3 &= 1, \text{ /zajišťuje sousedství } m_4 \text{ a } m_8 / \\ \varphi_6 &\geq \varphi_5 + c_4, & c_4 &= 1, \text{ /zajišťuje sousedství } m_6 \text{ a } m_8 / \\ \varphi_6 &\geq \varphi_7 + c_5, & c_5 &= 1, \text{ /zajišťuje sousedství } m_6 \text{ a } m_3 / .\end{aligned}$$

Omezení pro rozměry obdélníkového obrysu dispozice je možno zapsat takto:

$$P'_{\max} - P_{\min} \leq 10 \quad \text{/11 d/}$$

a zadané kritérium optimálnosti takto:

$$f'_{\max} - f_{\min} \stackrel{!}{=} \min .$$

/ll e/

Kritérium optimálnosti je nejlépe splněno pravděpodobně tehdy, jestliže hodnoty proměnných π_i a φ_i umožňují splnit ve vztazích ll a,b,c,d, dolní hranici omezení.

Soustava vztahů ll a,b,c,d,e je pro návrh plošného rozvrhu ve formě obdélníkové dispozice typická. Při numerickém řešení, tj. nalezení takových hodnot π_i a φ_i , aby splnily všechna omezení a co nejlépe splnily vztah ll e, působí obtíže vztah ll a, který je kvadratický.

3. PŘÍKLAD POUŽITÍ FORMULOVANÝCH POSTUPŮ

3.1. Popis procesu, pro který má být navržena vhodná dispozice

Předmětem procesu je pacient, jehož stav vyžaduje léčebné ozařování. Pacient vstupuje do procesu z prostoru, ve kterém čekal /operace s_1 /. V tomto prostoru jsou shromáždění případně i další pacienti. S pravděpodobností $\text{prob} = 0,8$ je nutná nejprve prohlídka pacienta /operace s_2 / a provedení záznamu v kartotéce /operace s_3 /. Pacient, který se podrobí operacím s_2 a s_3 , se s pravděpodobností $\text{prob} = 0,7$ musí podrobit léčebnému ozařování, v ostatních případech jeho ošetření končí a ozařování není nutné.

S pravděpodobností $\text{prob} = 0,2$ vstupuje do procesu pacient, u kterého není prohlídka vůbec nutná a pacient přechází od operace s_1 přímo k ozařování.

Pacient, který se má podrobit léčebnému ozařování, musí být nejprve umístěn na ozařovací přístroj /operace s_4 /. přičemž přístroj ještě není v činnosti. Jakmile je pacient umístěn na přístroji, je ozařován /operace s_5 /, tj. ozařovací přístroj se uvede v činnost a musí být ovládán /operace s_6 /. Po ukončení ozařování je nutno s pravděpodobností $\text{prob} = 1$ pacientovi pomáhat při opuštění přístroje /operace s_7 /, pacientovo ošetření končí a pacient odchází s pravděpodobností $\text{prob} = 1,0$ do prostoru, ve kterém čekal.

Tohoto procesu se kromě pacienta zúčastňují ještě další dvě osoby, lékař a pomocník. Pomocník má za povinnost účastnit se operací, pro které je kvalifikován, tj. operace s_3 , s_6 a s_7 . Při operaci s_2 a s_4 je nutná přítomnost lékaře.

Tento proces je opakován s mnoha pacienty, další pacient vstupuje do procesu ihned, jakmile je to možné.

Z dosud uvedeného popisu je zřejmé, že kterých operací se proces skládá, popsána je i následnost jednotlivých operací. Jsou však nutné ještě další údaje:

Údaje nutné pro kalkul slučitelnosti v prostředí

Proces by neprobíhal dobře, kdyby při některé z operací s_2 , s_3 , s_4 , s_5 a s_6 byli kromě ošetřovaného přítomni další pacienti. Při operaci s_2 ani s_6 nesmí hluk a pohyb za světla překročit přípustnou úroveň. Paprsky, které vznikají při činnosti ozařovacího přístroje (při operaci s_5), jsou škodlivé všem živým organismům, pochopitelně kromě pacienta, jemuž mají prospět. Při čekání pacientů a také při operaci s_1 , s_2 , s_4 a s_7 vzniká pohyb za světla, vyšší než přípustná úroveň. Při operaci s_1 , s_2 , s_4 a s_7 vzniká hluk vyšší než přípustná úroveň.

Údaje nutné pro rozhodnutí o spojení místností

Každá z místností musí mít boční denní osvětlení, celý proces bude probíhat na rovinné ploše. Za optimální bude považováno takové spojení místností, při kterém v průběhu procesů vzniknou co nejmenší zacházky. Zacházka vznikne tehdy, jestliže některé místnosti nejsou navzájem spojeny a k přechodu od jedné operace k jiné musí být použito nějaké další místnosti jako průchozí.

Údaje nutné pro plošný rozvrh

Má být navržena obdélníková dispozice, ve které by místnosti sousedily tak, aby se uskutečnilo optimální spojení místností. Za spojené bude možno považovat ty dvě místnosti, u nichž délka hrany, kterou spolu sousedí, je c 1 metr. V navržené dispozici nesmí mít místnost, ve které je umístěna operace s_2 , s_3 , s_4 , s_5 , nebo s_7 žádný rozměr menší než 3 metry. Dále je nutné, aby každá místnost, ve které bude umístěna operace s_2 , s_3 nebo s_6 , byla orientována k severu. Místnost, ve které bude probíhat operace s_5 musí mít příčné větrání, tzn. že musí mít orientaci do dvou protilehlých "světových stran". Místnost, ve které budou shromážděni čekající pacienti (operace s_7) má být orientována k jihu.

Pro průběh operace s_2 je požadována výměra 15 m^2 , pro operaci s_3 výměra 5 m^2 , pro ozařovací přístroj i s manipulační plochou je nutná výměra nejméně 30 m^2 . Pro pacienty, čekající na ošetření, je nutná výměra 20 m^2 , pro ovládání ozařovacího přístroje pak výměra 15 m^2 . Celý potřebný soubor místností má být rozvržen do traktu (pruhu plochy), jehož hloubka je omezena rozměrem stropní konstrukce na 10 metrů.

Úkolem je navrhnout pro dopsaný proces takový soubor místností, aby žádný ze systémů (tzn. lidí, přístrojů, operací) nenabýval v průběhu procesu "špatného" stavu vlivem nevhodného prostředí, aby počet místností byl co nejménší, aby místnosti byly navzájem optimálně spojeny a aby plošný rozvrh místností zaujímal co nejménší plochu, za předpokladu splnění všech předešlých podmínek.

3.2. Kalkul slučitelnosti v prostředí

Nejprve je nutno pro každý ze systémů v prostředí sestavit charakteristiku působení na prostředí, označovanou δ_i , a třídu vhodných charakteristik prostředí, označovanou $\{\mathcal{M}\}_i$. V probíraném příkladu bude nutno uvažovat tento soubor vlastností prostředí:

- Ψ_1 "přítomnost jiných pacientů"
- Ψ_2 "hluk vyšší než přípustná úroveň"
- Ψ_3 "pohyb za světla vyšší než přípustná úroveň"
- Ψ_4 "vysoká koncentrace paprsků, škodlivých živému organismu".

Podle popisu procesu je možno pro jednotlivé operace sestavit tyto charakteristiky působení na prostředí:

	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4
δ_1	1	1	1	0
δ_2	0	1	1	0
δ_3	0	0	0	0
δ_4	0	1	1	0
δ_5	0	0	0	1
δ_6	0	0	0	0
δ_7	0	1	1	0

Podle popisu procesu je možno sestavit také třídy vhodných prostředí pro jednotlivé operace procesu:

	ψ'_1	ψ'_2	ψ'_3	ψ'_4
$\{m\}_{s_1}$	1 v 0	1 v 0	1 v 0	0
$\{m\}_{s_2}$	0	1 v 0	0	0
$\{m\}_{s_3}$	0	1 v 0	1 v 0	0
$\{m\}_{s_4}$	0	1 v 0	1 v 0	0
$\{m\}_{s_5}$	0	1 v 0	1 v 0	1 v 0
$\{m\}_{s_6}$	0	0	0	0
$\{m\}_{s_7}$	0	1 v 0	1 v 0	0

Aby bylo možno určit nutné místnosti, je nutno zjistit pro každou dvojici operací, zda mohou nebo nemohou probíhat ve společném prostředí. Podle jednoduchého modelu prostředí, popsaného v kapitole 2.1, je charakteristika prostředí rovná charakteristice působení systémů na prostředí, neboli platí

$$m_{s_i} = \mathcal{D}_i$$

Je-li m_{s_i} elementem třídy vhodných prostředí druhé operace, a platí-li to pro operace i v opačném pořadí, mohou obě operace probíhat ve společném prostředí. Toto zjištění by mělo být provedeno pro $\binom{7}{2} = 21$ dvojic. Úlohu je však možno zjednodušit. Operací s_4 , s_5 a s_7 se nutně zúčastňuje ozařovací přístroj. Tento přístroj, vzhledem ke své váze a konstrukci, nemůže být přenášen z místnosti do

místnosti. Operace s_4 , s_5 a s_7 tedy budou probíhat ve stejné místnosti. Jak bylo zřejmé i z popisu procesu, budou tyto operace po sobě bezprostředně následovat. Můžeme tedy tyto tři operace považovat za operaci jedinou, kterou označíme s_{457} . Pro tuto operaci pak musíme zjistit charakteristiku působení na prostředí a také třídu vhodných prostředí.

Charakteristika působení operace s_{457} na prostředí bude

$$\sigma_{457} = \sigma_4 \vee \sigma_5 \vee \sigma_7,$$

a hodnoty jejích složek budou tyto:

	σ_4	σ_5	σ_7	σ_{457}
ψ_1	0	0	0	0
ψ_2	1	0	1	1
ψ_3	1	0	1	1
ψ_4	0	1	0	1

Třída vhodných prostředí pro operaci s_{457} bude

$$\{m\}_{s_{457}} = \{m\}_{s_4} \cap \{m\}_{s_5} \cap \{m\}_{s_7}.$$

Třída $\{m\}_{s_{457}}$ bude mít v jednotlivých složkách tyto hodnoty:

	$\{\pi\}_{s_4}$	$\{\pi\}_{s_5}$	$\{\pi\}_{s_7}$	$\{\pi\}_{s_{457}}$
ψ_1'	0	0	0	0
ψ_2'	1 v 0	1 v 0	1 v 0	1 v 0
ψ_3'	1 v 0	1 v 0	1 v 0	1 v 0
ψ_4'	0	1 v 0	0	0

Seskupením operací s_4 , s_5 a s_7 do jediné operace klesl počet dvojic, pro které je nutno zjišťovat možnost kumulace ve společném prostředí na $\binom{5}{2} = 10$:

$$\begin{array}{lclclcl}
 V/s_1, s_2/ & = & (\pi_{s_1} \in \{\pi\}_{s_2}) & \& (\pi_{s_2} \in \{\pi\}_{s_1}) & = 0 \& 0 = 0 \\
 V/s_1, s_3/ & = & (\pi_{s_1} \in \{\pi\}_{s_3}) & \& (\pi_{s_3} \in \{\pi\}_{s_1}) & = 0 \& 1 = 0 \\
 V/s_1, s_{457}/ & = & (\pi_{s_1} \in \{\pi\}_{s_{457}}) & \& (\pi_{s_{457}} \in \{\pi\}_{s_1}) & = 0 \& 0 = 0 \\
 V/s_1, s_6/ & = & (\pi_{s_1} \in \{\pi\}_{s_6}) & \& (\pi_{s_6} \in \{\pi\}_{s_1}) & = 0 \& 1 = 0 \\
 V/s_2, s_3/ & = & (\pi_{s_2} \in \{\pi\}_{s_3}) & \& (\pi_{s_3} \in \{\pi\}_{s_2}) & = 1 \& 1 = 1 \\
 V/s_2, s_{457}/ & = & (\pi_{s_2} \in \{\pi\}_{s_{457}}) & \& (\pi_{s_{457}} \in \{\pi\}_{s_2}) & = 1 \& 0 = 0 \\
 V/s_2, s_6/ & = & (\pi_{s_2} \in \{\pi\}_{s_6}) & \& (\pi_{s_6} \in \{\pi\}_{s_2}) & = 0 \& 1 = 0 \\
 V/s_3, s_{457}/ & = & (\pi_{s_3} \in \{\pi\}_{s_{457}}) & \& (\pi_{s_{457}} \in \{\pi\}_{s_3}) & = 1 \& 0 = 0 \\
 V/s_3, s_6/ & = & (\pi_{s_3} \in \{\pi\}_{s_6}) & \& (\pi_{s_6} \in \{\pi\}_{s_3}) & = 1 \& 1 = 1 \\
 V/s_{457}, s_6/ & = & (\pi_{s_{457}} \in \{\pi\}_{s_6}) & \& (\pi_{s_6} \in \{\pi\}_{s_{457}}) & = 0 \& 1 = 0
 \end{array}$$

Ve společném prostředí tedy mohou probíhat jen operace s_2 a s_3 , neboli lékařská prohlídka a záznam do kartotéky, a dvojice s_3 a s_6 , neboli záznam do kartotéky a ovládání ozařovacího přístroje.

Poznámka: Hodnoty výrazů $(\tilde{\sigma}_{i,j} \in \{\tilde{\sigma}_{i,j}^{(m)}\})$ nebyly zjišťovány. V případě, že by totiž nabyly hodnoty 0, musela by být vhodnost prostředí zajištěna nějakým technickým zařízením, tak aby činnost nepřivedla sama sebe do "špatného" stavu. Takovými zařízením jsou větrací zařízení, digestoře, akustické úpravy apod.

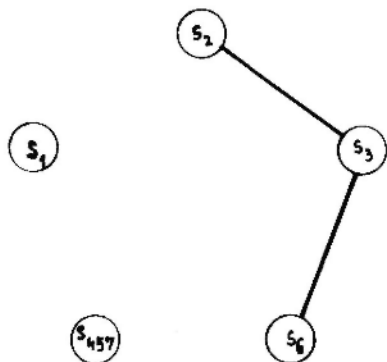
3.3. Varianty alokace operací do místností

Výsledkem kalkulu slučitelnosti v prostředí bylo zjištění, které dvojice operací mohou být umístěny do společného prostředí. Je-li výsledek tak jednoduchý, jako v odstavci 3.2, můžeme rozhodnout prostou úvahou, kolik variant alokace operací existuje a které to jsou. Ve společném prostředí mohou probíhat dvojice operací s_2 a s_3 , a dvojice operací s_3 a s_6 . Není však přípustné, aby ve společném prostředí byla dvojice operací s_2 a s_6 . Je tedy možno provést alokaci tak, že ve společné místnosti budou operace s_2 a s_3 , přičemž operace s_6 bude v samostatné místnosti. Další varianta alokace je taková, že ve společné místnosti jsou operace s_3 a s_6 , ale operace s_2 je v samostatné místnosti. Konečně je možno alokaci provést tak, že každá z operací bude umístěna v samostatné místnosti.

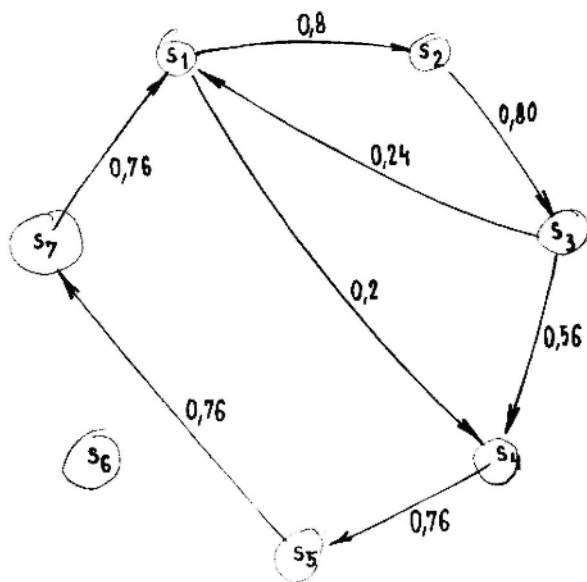
Ke stejnému výsledku je možno dojít postupem, popsaným v kapitole 2.2. Výsledek, získaný kalkulem slučitelnosti, je možno znázornit jako graf na obr. 3.4. Graf $G/U,H/$ na tomto obrázku sestává ze tří souvislých komponent - první z nich obsahuje jen uzel s_1 , druhá uzly s_2 , s_3 , s_6 , třetí komponenta obsahuje uzel s_{457} . Komponenta, obsahující uzly s_2 , s_3 , s_6 , není úplným grafem, protože v ní dvojice uzlů s_2 , s_6 není spojena hranou.

Jestliže máme najít všechny varianty přípustné alokace operací do místností, musíme sestavit ke grafu $G/U,H/$ všechny navzájem různé faktory G_1^* , G_2^* , ..., G_n^* , ve kterých jsou všechny komponenty úplnými grafy. Protože v grafu $G/U,H/$

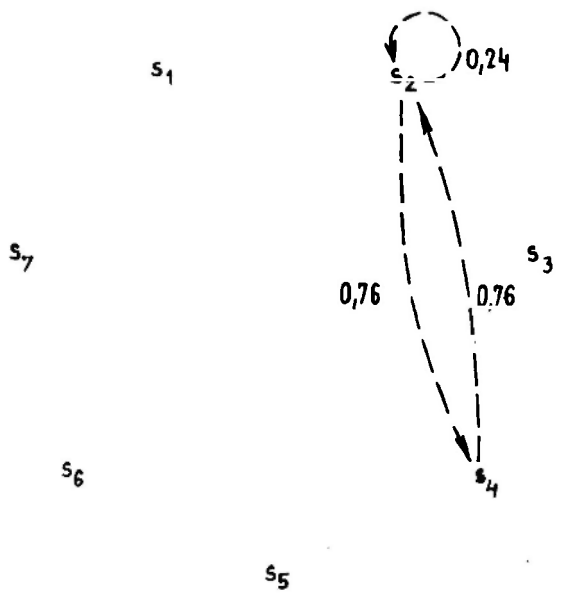
OBR. 3.1



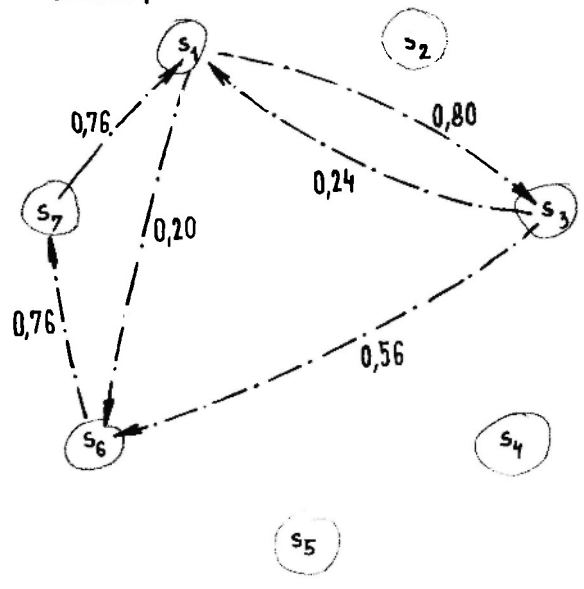
OBR. 3.2



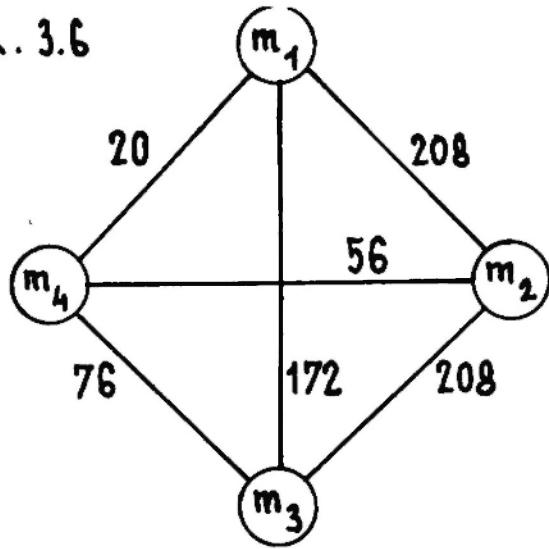
OBR. 3.3



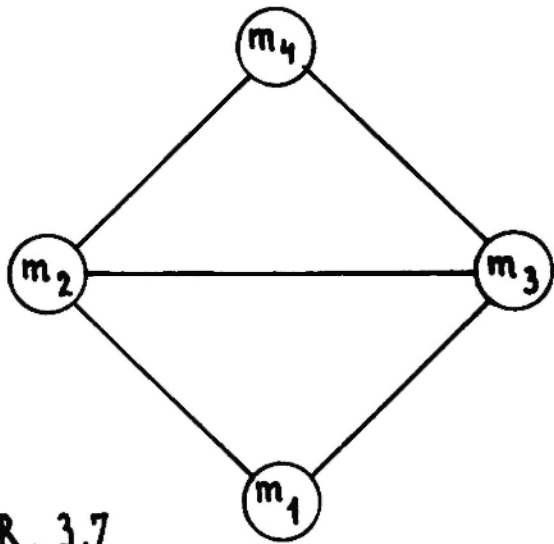
OBR. 3.4



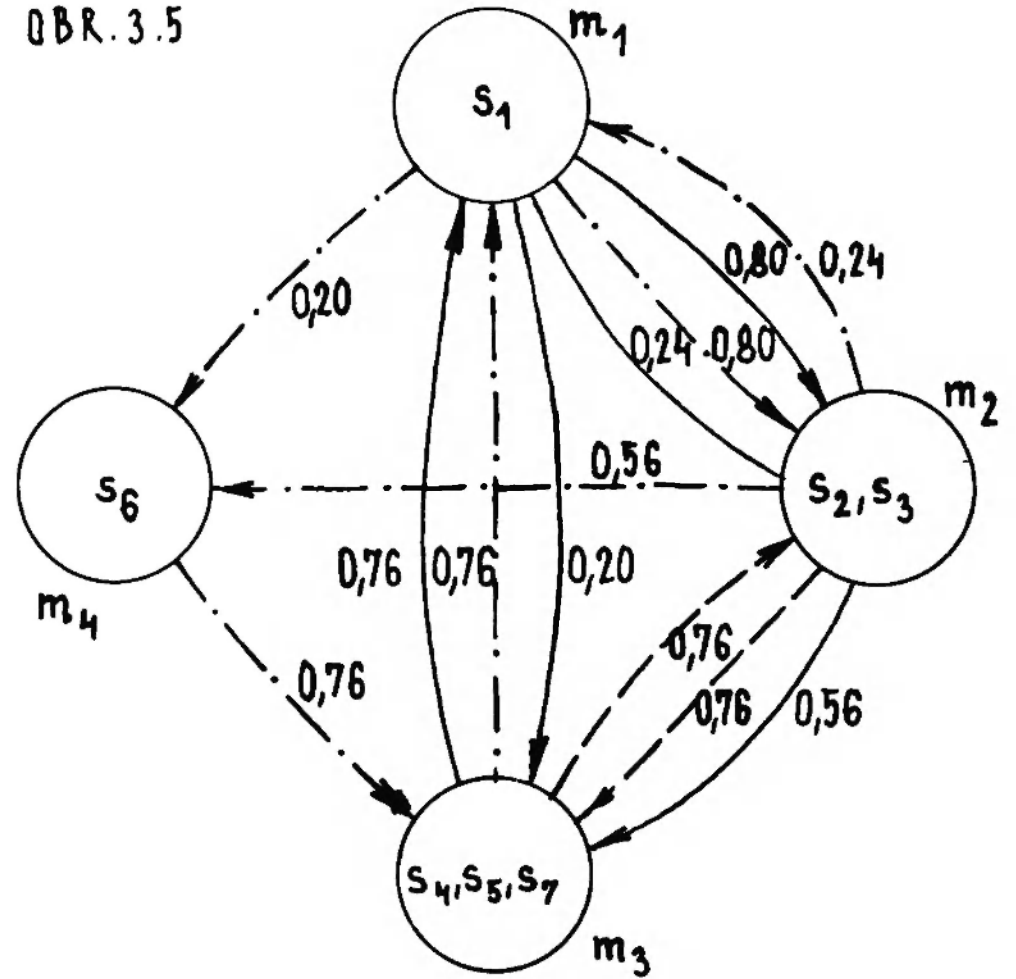
OBR. 3.6



OBR. 3.7



OBR. 3.5



se vyskytuje komponenta, která není úplným grafem, nepředstavuje tento graf přípustnou alokaci. Z komponenty, obsahující uzly s_2 , s_3 a s_6 musí být tedy vypuštěny některé hrany. Tak vypuštěním hrany $/s_2, s_3/$ vznikne faktor, ve kterém jsou všechny komponenty úplnými grafy, podobně vypuštěním hrany $/s_3, s_6/$. Faktor, představující přípustnou alokaci vznikne pochopitelně i tehdy, jestliže vypustíme hranu $/s_2, s_3/$ i hranu $/s_3, s_6/$. Existují tedy tři navzájem různé faktory grafu na obr. 3.1, a tyto tři faktory představují tři přípustné varianty alokace operací do místností.

V zadání úlohy bylo řečeno, že má být navržena dispozice, ve které počet místností bude co nejmenší. Faktor obsahující hranu $/s_2, s_3/$ má čtyři komponenty, faktor obsahující hranu $/s_3, s_6/$ má rovněž čtyři komponenty. Při této alokaci operací do místností by tedy byl počet nutných místností čtyři. Při té variantě, při které má každá operace svou místnost, je počet místností pět. Protože obě varianty, obsahující čtyři místnosti, jsou si rovnocenné, bylo by možno v dalším postupu uvažovat obě. Pro stručnost bude pro pokračování příkladu použita jen ta varianta, ve které jsou ve společném prostředí operace s_2 a s_3 .

3.4. S p o j e n í m í s t n o s t í x)

Místnosti, z nichž bude dispoice sestávat, budou navzájem odděleny tak, aby nevhodné účinky prostředí nemohly přecházet z jedné místnosti do druhé. Tyto místnosti je však třeba spojit, aby jednotlivé systémy, účastníci se operací (pacient, lékař, pomocník) mohly přecházet od jedné operace k další. Bude tedy třeba navzájem spojit ty místnosti, mezi nimiž k takovému přechodu dojde. Tyto údaje o posloupnosti operací, a tím i o přechodech systémů od jedné operace k jiné, musí být zadány. V probíraném příkladu byly zadány hned v prvních odstavcích kapitoly 3.1, kde je popsána pravděpodobná následnost operací.

Procesy tohoto druhu je možno formálně zapsat jako matici, která má tolik řádků, resp. sloupců, kolik je v procesu operací. Pravděpodobnost přechodu od jedné operace k jiné bude vyznačena tak, že v řádku matice, odpovídajícím operaci ze které přechod začíná, najdeme políčko ve sloupci, odpovídajícím operaci, do které přechod míří. Velikost pravděpodobnosti tohoto přechodu pak vepíšeme do vyhledaného políčka. Vznikne tak stochastická matice /tab. 6/. Stochastické matice jsou používány při popisu tzv. markovovských procesů, a pravděpodobnostem vepsaným v políčkách matice je nutno rozumět tak, že vyjadřují relativní četnost prohodů od operace s_i /v řádku matice/ k operaci s_j /ve sloupci matice/, a to nezávisle na tom, s jakou pravděpodobností v průběhu procesu k operaci s_i vůbec dojde. V každém řádku matice musí být tedy součet hodnot v políčkách roven jedné.

Matice na tab. 6 vyjadřuje přechody pacienta od operace k operaci. V řádku s_6 nejsou vepsány žádné hodnoty, stejně jako ve sloupci s_6 . Znamená to, že pacient

x) Tato část aspirantské práce byla již publikována v lit. 11.

se této operace vůbec neúčastní. Řádek a sloupec s_6 jsou tedy v matici přechodů pacienta nadbytečné a mohly by být vypuštěny, budou však nutné pro popis přechodů pomocníka a byly proto v matici ponechány. U všech ostatních řádků je součet vepsaných pravděpodobností roven jedné.

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
s_1		0,8		0,2			
s_2			1,0				
s_3	0,3			0,7			
s_4					1,0		
s_5							1,0
s_6							
s_7	1,0						

tabulka 6

Proces je možno také popsat maticí, ve které budou v políčkách vepsány pravděpodobnosti přechodu od operace k operaci jako pravděpodobnosti závislé na pravděpodobnosti, s jakou v průběhu procesu k té které operaci vůbec dojde. Tyto závislé pravděpodobnosti lze vypočítat takto

$$\overline{\text{prob}} /s_i, s_j/ = \overline{\text{prob}} /s_i/ \cdot \text{prob} /s_i, s_j/ ,$$

$$\overline{\text{prob}} /s_j/ = \sum_i \overline{\text{prob}} /s_i, s_j/ .$$

Aby bylo možno závislé pravděpodobnosti vypočítat, musí být určena pravděpodobnost $\overline{\text{průb}} / s_1 / = 1$. Závislé pravděpodobnosti, vypočtené podle uvedeného postupu, jsou vepsány v matici /viz tab. 7/.

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
s_1		0,80		0,20			
s_2			0,80				
s_3	0,24			0,56			
s_4					0,76		
s_5							0,76
s_6							
s_7							
a_7	0,76						

tabulka 7

Údaje v tab. 7 tedy vyjadřují pravděpodobnosti přechodu pacienta od operace k operaci, s jakou k nim v průběhu procesu vůbec dojde.

Přechody lékaře a pomocníka jsou vázány na postup ošetření pacienta. Lékař vstupuje do procesu v operaci s_2 , zde je jeho stanoviště před zahájením každého procesu. Operace s_4 se zúčastňuje se stejnou pravděpodobností jako pacient, neboli s pravděpodobností $\overline{\text{průb}} = 0,76$. Při jiném průběhu ošetření pacienta zůstává lékař ve svém stanovišti, sem se také vrací po skončení operace s_4 . Matice,

popisující závislé pravděpodobnosti přechodů lékaře od operace k operaci je na tab. 8.

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
s_1							
s_2		0,24		0,76			
s_3							
s_4		0,76					
s_5							
s_6							
s_7							

tabulka 8

Pomocník vstupuje do procesu operací s_1 , tj. tím, že přivede pacienta, který má být ošetřen. Operací s_3 a s_7 se účastní se stejnou pravděpodobností jako pacient, operace s_6 /ovládání ozařovacího přístroje/ se účastní se stejnou pravděpodobností, s jakou se pacient podrobuje operaci s_5 /ozařování/. Závislé pravděpodobnosti přechodů pomocníka od operace k operaci jsou na tabulce 9.

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
s_1			0,80			0,20	
s_2							
s_3	0,24					0,56	
s_4							
s_5							
s_6							0,76
s_7	0,76						

tabulka 9

Stejně dobře jako maticemi je možno popsat přechočy od operace k operaci také orientovanými grafy. Každé operaci bude odpovídat jedno-jednoznačně uzel grafu a každému přechodu, jehož pravděpodobnost bude větší než nula, bude odpovídat orientovaná hrana. Matici na tab. 7 odpovídá graf na obr. 3.2, matici na tab. 8 odpovídá graf na obr. 3.3, matici na tab. 9 odpovídá graf na obr. 3.4. Oběma způsoby, maticemi i grafy, je tedy možno popsat posloupnost operací i pravděpodobnosti přechodů od operace k operaci.

V odstavci 3.3 byla vybrána pro další pokračování příkladu ta přípustná alokace operací do místnosti, při které jsou ve společné místnosti operace s_2 a s_3 , ostatní operace jsou vždy v samostatné místnosti. Úkolem bude teď určit, jakým způsobem mají být tyto místnosti spojeny.

Grafy, popisující přechody pacienta, lékaře a pomocníka, budou východiskem pro určení požadovaného spojení místností:

- Označme m_1 místnost, ve které bude operace s_1 ,
 m_2 místnost, ve které budou operace s_2 a s_3 ,
 m_3 místnost, ve které budou operace s_4 , s_5 a s_7 ,
 m_4 místnost, ve které bude operace s_6 .

Na obr. 3.5 je pak graf, ve kterém každé místnosti odpovídá jedno-jednoznačně jeden uzel grafu. Tyto uzly jsou spojeny hranami, odpovídajícími přechodům pacienta, lékaře a pomocníka od operace, alokované v jedné místnosti, k operaci alokované v jiné místnosti. Přitom je odlišeno druhem čáry, jde-li o přechod pacienta, lékaře nebo pomocníka. U jednotlivých hran je připsáno také ohodnocení, vyjadřující závislou pravděpodobnost, s níž k přechodu dojde. Graf na obr. 3.5 tak již dává poměrně obrou představu o tom, mezi kterými místnostmi dojde vůbec k pohybu v průběhu procesu. Nedává však ještě dobrě podklady pro řešení zadaného problému, totiž nalezení optimálního spojení místností, protože v této podobě ještě není možno kvantitativně posoudit významnost jednotlivých přechodů navzájem. Potřebné údaje dostaneme takto:

Je možno předpokládat, že uvažovaný proces (ošetření pacienta) proběhne v navrhovaném léčebném zařízení mnohokrát, například stokrát. Jestliže pravděpodobnost určitého přechodu od operace k operaci vynásobíme tímto očekávaným počtem opakování, dostaneme očekávaný počet přechodů od operace k operaci. Tímto přechodem od pravděpodobností k očekávanému počtu přechodů se vytvořily předpoklady pro

zjednodušení grafu na obr. 3.5 tím, že sečteme počty přechodů u všech hran. spojujících určitou dvojici místností. Tento součet provedeme bez ohledu na orientaci hran, protože směr přechodu nemá pro posouzení významnosti spojení místností význam. Po této úpravě vznikne neorientovaný, hranově ohodnocený graf /obr. 3.6/, vyjadřující intenzitu "dopravy" mezi místnostmi, tj. počet přechodů mezi místnostmi. Graf má čtyři uzly a je to úplný graf, obsahuje všechny hrany.

V zadání úlohy bylo řečeno, že všechny místnosti mají mít boční denní osvětlení. To znamená, že v grafu, vyjadřujícím požadovaná spojení místností, budou muset být všechny místnosti na obvodu. Graf, vyjadřující požadovaná spojení, pak musí být rovinným grafem. Místnosti jsou již v obr. 3.6 uspořádány tak, že všechny místnosti jsou na obvodu. Graf na obr. 3.6 však není rovinný, protože hrany $/m_1, m_3/$ a $/m_2, m_4/$ se protínají. Mají-li být všechny čtyři uzly na obvodu, a má-li být graf přesto rovinný, bude nutné jednu z hran grafu vypustit. Vypustíme tu hranu, která vyjadřuje nejmenší počet přechodů, tj. hranu $/m_1, m_4/$, která má ohodnocení 20. Vznikne tak rovinný graf, vyjadřující požadovaná spojení. Vznikl takovou úpravou, při které vznikne nejmenší počet zacházek, a jde tedy o optimální spojení místností za daných podmínek.

3.5. P l o š n ý r o z v r h

Rovinný graf, vyjadřující požadovaná spojení, je podkladem pro plošný rozvrh. t.j. pro návrh obdélníkové dispozice, ve které by se tato spojení uskutečnila. Pro návrh dispozice jsou nutné údaje o výměrách, které má ta která místnost přinejmenším zaujímat. Podle zadání úlohy jsou to:

pro místnost:	m_1	m_2	m_3	m_4
výměra:	20	20	15	30

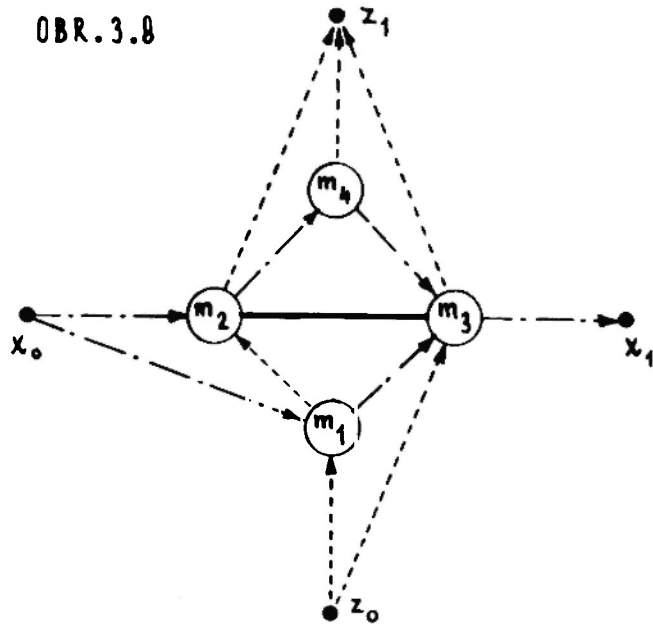
Místnosti m_2 , m_3 a m_4 mají být orientovány na sever, místnost m_1 má být orientována na jih, místnost m_3 má mít také orientaci na jih, protože v ní probíhá operace s_5 (ozařování).

Nyní se z těchto údajů sestaví graf, vyjadřující sousedství místností: Na obr. 3.7 jsou požadovaná spojení místností. K tomuto grafu je třeba přidat uzly x_0 , x_1 , z_0 , z_1 a spojit je hranami s uzly, odpovídajícími místnostem s orientací na příslušnou "světovou stranu". Vznikne tak graf na obr. 3.8, ve kterém jsou již přidány i hrany $/m_3, x_1/$, $/m_2, x_0/$ a $/m_1, x_0/$, které nevyplývají ze zadání, ale z požadavku, aby počet hran mezi místnostmi na obvodu a "světovými stranami" byl

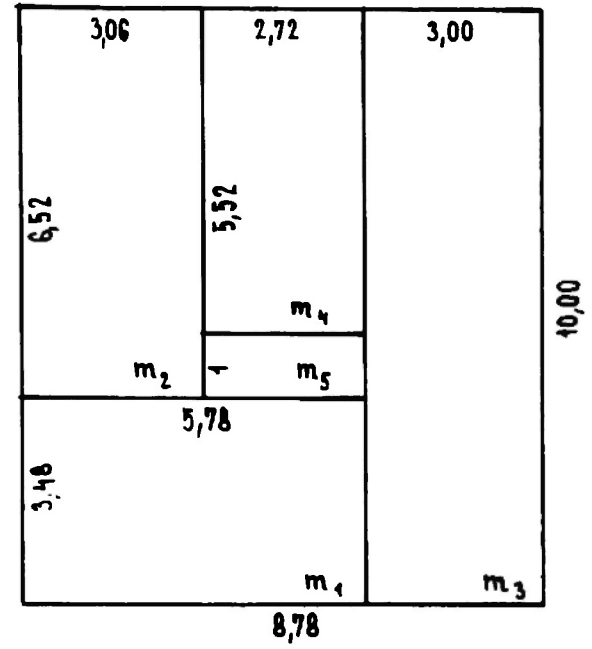
$$r = n_0 + 4 = 8 .$$

Hrany $/m_2, m_4/$, $/m_4, m_3/$ a $/m_1, m_3/$ musí být modré, hrana $/m_1, m_2/$ musí být červená.

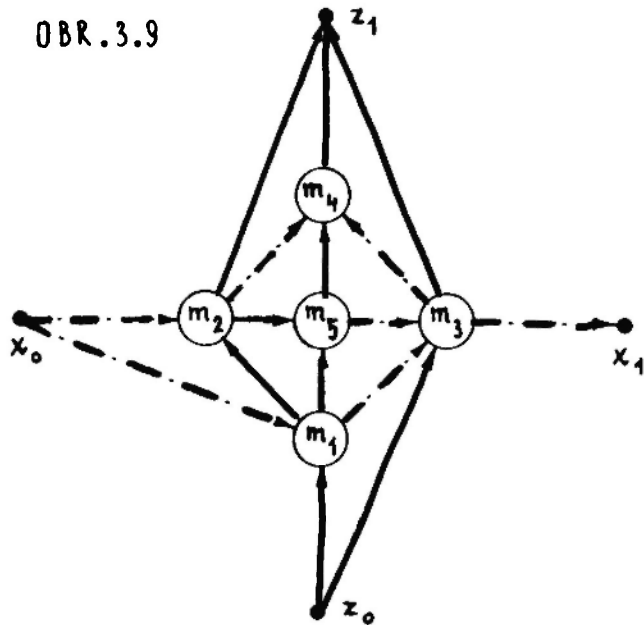
OBR. 3.8



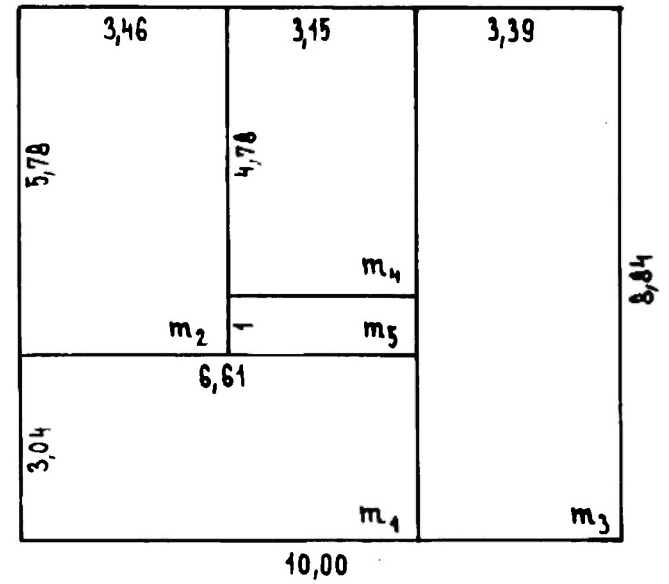
OBR. 3.10



OBR. 3.9



OBR. 3.11



Graf na obr. 3.8 však nesplňuje ještě všechna pravidla, kterým musí vyhovovat graf, vyjadřující sousedství místností. U uzlu m_4 jsou jen tři hrany, a nemůže být tedy splněno pravidlo o posloupnosti hran u uzlů. Bude tedy nutno hranu $/m_2, m_3 /$ rozdělit uzlem (fiktivní místností) m_5 a přidat hranu $/m_4, m_5 /$, která bude červená, a hranu $/m_1, m_5 /$, která bude rovněž červená. Po této úpravě vznikne graf na obr. 3.9, a tento graf již splňuje všechny požadavky, vztahované na graf, vyjadřující sousedství místností. Sestává ze dvou podgrafů, červeného a modrého, které jsou podkladem pro návrh obdélníkové dispozice.

Obdélníková dispozice, která má být navržena, musí mít rozměr $f'_{\max} - f'_{\min} \leq 10$ a rozměr $p'_{\max} - p'_{\min}$ má být co nejmenší. Existuje však i druhá možnost, totiž že $p'_{\max} - p'_{\min} \leq 10$ a rozměr $f'_{\max} - f'_{\min}$ má být co nejmenší. Při prvním omezení vznikne obdélníková dispozice na obr. 3.10. Při druhém pak dispozice na obr. 3.11. V obou případech zaujímá dispozice větší celkovou výměru, než jaká je minimální, odpovídající součtu požadovaných výměr $20 + 20 + 15 + 30 = 85$. V prvním případě je výměru 87,8, v druhém případě 88,0. Ačkoli je v prvním případě celková plošná výměra nižší, v praxi by asi byla přijatelnější dispozice na obr. 3.11, protože u žádné z místností nerozhodoval o tvaru nejmenší přípustný rozměr /3 metry/, a místnosti tak mají příznivější tvar. Rozdíl mezi dosaženou výměrou a minimální výměrou je způsoben tím, že dispozice obsahuje přidanou místnost m_5 , která je nutná pro spojení místností m_2 a m_3 .

Zadaný příklad je vyřešen; na obr. 3.10 a 3.11 jsou obdélníkové dispozice, ve kterých se uskutečnilo požadované optimální spojení místností a byla splněna i celá řada dalších podmínek, které byly zadány.

4. OBDOBNE METODY

V průběhu aspirantské práce bylo uveřejněno několik statí, zabývajících se využitím exaktních metod v oblasti ~~aspirantské~~ práce. Objevují se zvláště v anglosaských a sovětských časopisech, soustavněji asi od r. 1964. Z hlediska aspirantské práce však nejsou bez zajímavosti i práce starší, na příklad práce českých autorů, která bude popsána v odstavci 4.1. Citovaný článek (lit. 4) je současně dokladem racionalizačních snah české meziválečné architektonické avantgardy.

4.1. Analýze bydlení jako souhrnu procesů vyvolaných různorodými potřebami lidí, byla věnována velká řada teoretických prací. Jedna z nich bude uvedena v tomto odstavci, je totiž zajímavá z hlediska aspirantské práce. Je v ní navržen postup, který je částečnou obdobou postupu navrženého v kapitole 2.3. Druhou zajímavou stránkou je to, že byla navržena již v třicátých letech.

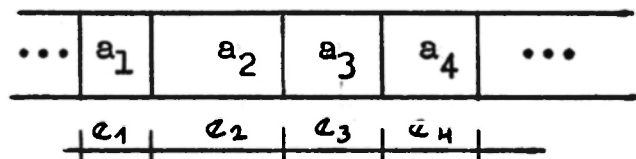
Práce skupiny PAS, vystavená při příležitosti Mezinárodního bytového kongresu v Praze 1935 byla autory (K. Janů, J. Štursa, J. Voženílek) komentována v lit. č. 4. Podle autorů je cílem vědeckého architektonického plánu (projektu) "minimálně energetická organizace životních procesů". Energetické ztráty jsou považovány za jednotné měřítko kvality organizace prostředí pro procesy.

Z hlediska tématu aspirantské práce je nejzajímavější ta část článku, ve které je jedna možná úloha, totiž návrh organizace procesu, při které jsou minimální ty energetické ztráty, které vznikají při průběhu procesu. Autoři tedy v této části článku abstrahují od energetických ztrát, spojených s výstavbou. Navrhují vyšetřovat procesy analýzou podle osy času a pro každý "diferenciál procesu" stanovit takové prostředí, ve kterém by byly energetické ztráty minimální. Tak by se došlo k řadě "prostorových elementů prostředí", které by odpovídaly "diferenciálům procesu":

Proces může probíhat tak, že se vrací k jednotlivým prostorovým elementům, že jimi prochází vícekrát. Tento fakt je možno vyšetřit a zjistit tak "početnost vztahů" mezi prostorovými elementy.

Pomocí této početnosti vztahů a pomocí energetických ztrát spojených s přechodem mezi dvojicí prostorových elementů, vidí autoři možnost sestavení "kinematické dispozice". Tato kinematická dispozice má tu vlastnost, že proces v ní probíhá po minimální délce dráhy, resp. má minimum provozních energetických ztrát, spojených s přechodem od jednoho diferenciálu procesu k jinému.

V závěru dávají autoři návod, jak kinematickou dispozici sestavit. Tento návod je však přehledněji popsán v práci K. Janů: "Socialistické budování", vydané v roce 1946. Podrobně je vlastně uveden jen návod na sestavení kinematické dispozice, ve které by byly prostorové elementy sestaveny do jednoduchého řetězce:



ve kterém pak pohyb z elementu a_1 do a_3 je možný jen přes element a_2 atd. Protože počty K_{a_i, a_j} přechodů mezi různými dvojicemi elementů jsou různě velké a také rozměry elementů ve směru pohybu jsou různé ($e_1 \geq e_2 \geq e_3 \geq e_k$), bude mít každá posloupnost elementů jiné energetické ztráty, spojené s uskutečněním všech přechodů.

Postup, který má vést k minimu energetických trát je možno podle literatury rekonstruovat a ukázat na následujícím příkladu:

Je dána čtveřice místností a, b, c, d, s rozměry $e_a = 6$, $e_b = 4$, $e_c = 2$, $e_d = 2$.

Krok 1: Dvojice místností seřadíme do posloupnosti podle počtu přechodů mezi místnostmi, například:

dvojice	počet přechodů
/i, j/	$K_{i,j}$
/a, b/	50
/a, c/	20
/b, c/	20
/b, d/	10
/a, d/	9
/c, d/	8

Krok 2: Místnosti seřadíme do posloupnosti podle počtu přechodů mezi danou místností a ostatními:

místnost i	součet počtů přechodů	$\sum_j K_{ij}$
a	80	
b	79	
c	48	
d	27	

Krok 3: Sestrojíme řetězec, který má počet prvků lichý, rovný nebo nejbližší vyšší než počet uvažovaných místností. Do středního prvku umístíme místnost, která je v kroku 2 první v pořadí:

... .. b

Krok 4: Po obou stranách místnosti umístěné v předešlém kroku umístíme dvě další místnosti, uvedené v posloupnosti v kroku 2:

... a b c ...

Krok 5: Další místnost umístíme nalevo nebo napravo, podle toho, kde vzniknou menší energetické ztráty. Výhodnější umístění zjistíme porovnáním výhodnosti obou umístění:

$$E_{d/a} = K_{ad} + K_{bd} \cdot e_a + K_{cd} \cdot (e_a + e_b) = 149,$$

$$E_{d/c} = K_{cd} + K_{bd} \cdot e_c + K_{ab} (e_b + e_d) = 82,$$

kde $E_{d/a}$ jsou "energetické ztráty" při umístění místnosti d vedle místnosti a.

Protože energetické ztráty jsou při umístění místnosti d vedle místnosti c, nižší než při umístění vedle místnosti a,

$$E_{d/c} < E_{d/a} ,$$

bude výsledný řetězec mít tuto podobu:

... a b c d .

Podle návodu v kroku 5 umisťujeme postupně všechny místnosti v pořadí podle posloupnosti, sestavené v kroku 2.

K. Janů později (v knize "Socialistické budování") opět pojednává o popisované metodě. Na závěr však uvádí:

"Teoretické řešení takových úloh nemá smyslu, poněvadž v praxi se nikdy nevyskytují oproštěny od jiných závislostí. Vždy děje se toto dislokování vzhledem k něčemu. Např. vzhledem ke zdroji světla, nebo vzhledem ke vstupu do místnosti apod. ... Praktické okolnosti tedy vylučují nějaké rovnice, a platí vždy jen, že řešení (projektu) musí dbát dosažení co nejmenší sumy energetických ztrát z přecházení."

Tento skeptický názor byl oprávněný v době vydání publikace (1946). Mezitím vznikly nástroje, umožňující provádět výpočty velkého rozsahu v přijatelném čase - samočinné počítače. Jejich použití může umožnit i formulace rozšířené o další faktory (denní osvětlení, vstup do místností apod.).

Zadaná úloha by byla vyjádřena a řešena postupem popsáním v kapitole 2.3. takto:

Má být navržen rovinný graf, vyjadřující spojení mezi místnostmi a,b,c,d. Mezi místnostmi dochází k těmto přechodům:

	a	b	c	d
a		50	20	3
b	50		20	10
c	20	20		8
d	3	10	8	

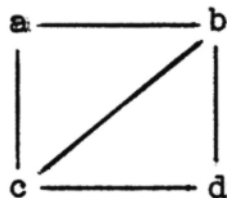
V navrženém rovinném grafu mají být všechny místnosti na obvodu (tato podmínka má co možná redukovat úlohu na případ řetězce, pro jehož sestavení byla metoda skupiny PAS navržena).

Mezi všemi čtyřmi místnostmi dochází k určitému počtu přechodů. Aby byl graf se čtyřmi uzly na obvodu rovinný, musí být jedna ze šesti hran vypuštěna (viz také kap. 3.4, ve které je rovněž úkolem sestavit rovinný graf se čtyřmi uzly na obvodu). Z grafu bude výhodné vypustit tu hranu, při které bude zvýšení "energetických ztrát" minimální. Je tedy možno každé hraně přisoudit ohodnocení, rovné zvýšení "energetických ztrát" při jejím vypuštění z grafu. (Zvýšení "energetických ztrát" přitom vzniká tím, že po vypuštění některé hrany (i, j) je nutno přechody mezi uzly i a j uskutečnit přes jiné uzly.) Nejlepší řešení bude nalezeno, jestliže bude vypuštěna hrana, u níž bude toto pomocné ohodnocení nejmenší.

"Energetické ztráty" při vypuštění jednotlivých hran budou tyto:

vypuštěním hrany /a, b/	vzniknou ztráty $K_{ab} \cdot e_d = 50.2 = 100$
" /a, c/	" $K_{ac} \cdot e_d = 20.2 = 40$
" /a, d/	" $K_{ad} \cdot e_c = 9.2 = 18$
" /b, c/	" $K_{bc} \cdot e_d = 20.2 = 40$
" /b, d/	" $K_{bd} \cdot e_c = 10.2 = 20$
" /c, d/	" $K_{cd} \cdot e_b = 8.4 = 32$

Nejvýhodnější tedy bude vypustit hranu (a, d). Místnosti by tedy byly uspořádány takto:



4.2. V článku, uveřejněném v červnu 1964 /lit. 8/, věnují autoři B. Whitehead a Z.M. Eldars pozornost problému návrhu dispozice jednopodlažní budovy. Jde tedy o téma obdobné obsahu kapitoly 2.4 aspirantské práce. Autoři vycházejí z údajů o počtu pohybů (cest) lidí, přístrojů, pacientů atp. mezi jednotlivými místnostmi nebo zařízeními, z nichž bude sestávat navrhovaná dispozice. Přitom může být těmto cestám přisuzována různá váha podle toho, jde-li o lékaře nebo pomocnou sílu, případně jde-li o pacienta s akutním onemocněním. Je-li počet cest násoben touto vahou, vzniknou údaje v počtu tzv. "standardních cest".

V trojúhelníkové matici (obr. 4.1), jejíž řádky odpovídají místnostem a zařízením, z nichž bude sestávat dispozice, se v každém políčku vyznačí počet standardních cest mezi příslušnou dvojicí místností nebo zařízení. Druhou skupinou výchozích údajů jsou údaje o tom, jak velkou výměru má přinejmenším zaujímat ta která místnost. Tato požadovaná výměra je udávána v celočíselném počtu zvolených plošných jednotek.

Pro návrh dispozice pak sestavili autoři článku tento postup:

1. Sestavíme čtvercovou síť, ve které je rozměr každého políčka roven jedné plošné jednotce a počet políček je větší než součet požadovaných výměr místností.
2. Určíme ve čtvercové síti střed.
3. Políčka sítě začneme obsazovat takto:
 - 3.1. Vybereme místnost, která má nejvyšší počet cest do ostatních místností; umístíme ji do středu sítě.

- 3.2. Vybereme místnost, která má největší počet cest do již umístěných místností; umístíme ji na volná políčka sítě co nejvýhodněji vůči již umístěným místnostem, tj. tak, aby součin počtu cest a vzdálenosti mezi umísťovanou a již umístěnými místnostmi byl co nejmenší.
- 3.3. Je-li ještě některá místnost dosud neumístěna, pokračujeme krokem 3.2. Jsou-li všechny místnosti umístěny, postup skončil.

Při umísťování do sítě je každá místnost rozložena na tolik "dílčích místností", kolik plošných jednotek má zaujímat podle požadované výměry. Počet cest mezi těmito "dílčími místnostmi" navzájem je zvolen prohibitivně, tj. velmi vysoký. Má-li se tedy umístit některá místnost, umístí se nejprve jedna její "dílčí místnost" a ostatní se vlivem prohibitivního počtu cest seskupí kolem ní, s tendencí zaujímat kruhovou plochu.

Postup popisovaný v lit. 8 byl programován pro samočinný počítač, v článku však nejsou údaje ani o samotném programu, ani o rychlosti výpočtu. Příklad výsledné dispozice, získané popisovaným postupem, je na obr. 4.2.

4.3. V článku /lit. 3/, který navazuje polemicky na článek v lit. 8, věnuje autor P.H. Levin pozornost stejnému problému, totiž návrhu dispozice budov. Jeho přístup je oproti jiné anglosaské literatuře odlišný. Místnosti, z nichž bude navrhovaná dispozice sestávat, znázorňuje jako uzly grafu a spojení mezi místnostmi jako hrany grafu. Používá tedy v principu stejný model, jaký je použit v kapitole 2.3 této aspirantské práce.

Výchozí údaje pro návrh dispozice jsou stejné jako v lit. 8, tedy trojúhelníková matice, udávající počet standardních cest mezi dvojicemi místností, a požadované výměry místností. Pro návrh dispozice je však autorem navržen tento odlišný postup:

1. Sestavíme rovinný graf tímto postupem:
 - 1.1. Každé místnosti i přiřadíme jedno-jednoznačně uzel m_i grafu.
 - 1.2. V matici, udávající počet cest, vybereme nejvyšší dosud nevybraný údaj a zjistíme dvojici místností i, j , které tento údaj přísluší. Hrana $/m_i, m_j/$, odpovídající zjištěné dvojici místností, se stane součástí grafu, jestliže i po jejím přidání zůstane graf rovinný.
 - 1.3. Jestliže v matici, udávající počet cest, je ještě některý nevybraný údaj větší než zvolená hodnota, pokračujeme krokem 1.2; jestliže se již takový údaj nevyskytuje, pokračujeme krokem 2.
2. Nakreslíme plošný rozvrh, odpovídající některému z možných topologických uspořádání grafu, sestaveného v kroku 1.

Prvý krok tohoto postupu je zřejmě přesně formulován a je také jednoznačný. Pro druhý krok však autor článku nedává žádný algoritmický návod.

Jak již bylo uvedeno, oba články na sebe polemicky navazují, přičemž P.H. Levin uvádí jako hlavní výhodu svého postupu to, že jediným nutným vybavením je tužka a papír, zatímco postup popsanych v lit. 8 vyžaduje pro svou pracnost výpočty na samočinném počítači. Proti tomuto argumentu je nutno namítnout, že některé kroky v postupu, kterým je sestavován rovinný graf, mohou být ve složitějších případech také velmi pracné, např. zjištění, zda graf po přidání určité hrany bude ještě rovinným grafem. Závažný je i ten fakt, že P.H. Levin pro druhou fázi svého postupu, pro plošný rozvrh, nedává žádný jednoznačný návod. Jednoznačně je tedy možno podle literatury 3. sestavit jen rovinný graf. Na obr. 4.3 je takový rovinný graf sestaven pro místnosti č. 7 až 16, jimž odpovídá silně obtažená část trojúhelníkové matice na obr. 4.1. Tento graf může být použit pro návrh dispozice, avšak jen jako podklad, není-li popsán jednoznačně další postup.

4.4. Pro srovnání s výsledky, jichž lze dosáhnout postupy popsány v člancích lit. 3 a 8, bude uveden výsledek, získaný ze stejných podkladových údajů postupem, formulovaným v kapitole 2.4 této práce. Na obr. 4.4 je rovinný graf, vyjadřující požadovaná spojení místností. Tento graf byl sestaven podle nejzávažnějších počtů cest v matici na obr. 4.1, některá spojení však nebyla požadována, jiná byla přidána, přidána byla i místnost 22, předsíň. Na obr. 4.5 je tento graf doplněn a "rozložen" na modrý a červený graf, vyznačena je i orientace hran.

Nejmenší požadované rozměry místností jsou tyto:

místnost:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
minim. výměra	30	30	10	10	10	10	30	30	60	30	30	3

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	0	60	30	50	20	10	10	10	0	0

Místnosti č. 13, 21 a 22 mají mít rozměry

$$\begin{array}{lll}
 \pi_{13} \geq 3 & \pi_{21} \geq 3 & \pi_{22} = 3 \\
 \varphi_{13} \geq 3 & \varphi_{21} \geq 3 & \varphi_{22} = 3 ,
 \end{array}$$

ostatní místnosti mají mít rozměry

$$\pi_i \geq 2 \quad \text{a} \quad \psi_i \geq 2.$$

Všechny místnosti, jejichž spojení je požadováno, mají sousedit v šířce $c \geq 1$. Obdélníková dispozice má mít rozměr $p'_{\max} - p_{\min} \leq 25$. Velikost druhé strany obvodového obdélníka má být minimální, při dodržení předešlých omezení.

Obdélníková dispozice, která splňuje právě uvedené zadání, je na obr.4.6. Pravděpodobně však nejde o řešení optimální, protože obsahuje některé nepožadované plochy (v obrázku jsou vytečkovány).

5. POUŽITÉ SYMBOLY

M	prostředí
s_i	systém v prostředí /člověk, stroj, jejich interakce/
ψ	charakteristika prostředí
ψ'	složky charakteristiky prostředí
Ψ	složky vlivu systému na prostředí
Φ	charakteristika působení systému na prostředí
$\{ \psi \}$ _{s_i}	třída vhodných prostředí pro systém s_i
E	rovinná plocha, do které se provádí plošný rozvrh
m_i	místnost
π_i, φ_i	rozměry místnosti
P_i	výměra místnosti
n_0	počet místností na obvodu dispozice
q_i	omezení pro rozměry π_i místnosti m_i
q_i	omezení pro rozměr φ_i místnosti m_i
p, f,	osy pravoúhlé souřadnicové osnovy
p_i, f_i ,	souřadnice v pravoúhlé osnově p, f
r	počet hran koincidentních s x_0, x_1, z_0, z_1
x_0, x_1 ,	"západní" a "východní" strana obrysu dispozice
z_0, z_1 ,	"jižní" a "severní" strana obrysu dispozice

Používané symboly z teorie grafů, symbolické logiky ap.

$G/U, H/$ $F/U, H/$	grafy, U je množina uzlů, H je množina hran
\vec{G}	orientovaný graf
a_i	počet elementárních ploch /kružnic/ s i hranami na obvodu
S_i	stupeň uzlu i
\vee	funktor disjunkce symbolické logiky
$\&$	funktor konjunkce symbolické logiky
\cap	průnik, sloučení, je podmnožinou, je elementem
prob	pravděpodobnost
\emptyset	prázdná třída

Z Á V Ě R

Aspirantská práce, jak je zřejmé z jejího obsahu a způsobu zpracování, je úzce svázána s myšlenkou napomoci prosazení nových možností, které dává současný rozvoj používání exaktních metod a samočinných počítačů. Musí být proto současně hodnocena nejen z hlediska přínosu k této soudobé tendenci, ale i z hlediska podmínek jaké by dávaly navrhované metody při praktickém používání.

Záměrem aspirantské práce bylo navrhnout metody rozhodování v počáteční fázi projektu tak, aby tvořily navazující řetězec. Po každém kroku, jak již bylo poukázáno v předešlých kapitolách, by bylo možné získat informace o vypočtených výsledcích. Bylo by také možné začít kterýmkoli z navrhovaných kroků. (To je výhodné například v takových případech, kdy východiskem není popis procesu a není proto možné provést kalkul slučitelnosti v prostředí, ale byl sestaven přímo seznam místností s odhadem vzájemné frekvence mezi nimi. Tyto údaje je možno zadat jako vstupní pro krok, ve kterém je navrhováno optimální spojení místností.) Konečně je možno použít každý krok samostatně. Bylo snahou dosáhnout toho, aby projektant měl možnost plné kontroly nad "projektovým procesem" probíhajícím v počítači, a zároveň dosáhnout použitelnosti navrhovaných metod i v kombinaci s dosavadním způsobem projektování. Při splnění těchto záměrů mohou navržené metody vést ke mnohonásobnému zvýšení možností pracovníků, jejichž úkolem je rozhodování v první fázi projektu.

P O D Ě K O V Á N Í

I když autor zpracoval aspirantskou disertační práci samostatně, v mnohém vděčí svým školitelům, jimiž byli prof. dr.h.c. Oldřich Starý a univ. prof. RNDr. Otakar Zich, Dr.Sc. Prvému z nich patří díky za pochopení, povzbuzení a podporu při koncipování disertační práce, jdoucí cestami v teorii architektury neobvyklými. Druhému školiteli pak patří díky za upozornění na otevírající se teoretické možnosti při řešení jádra aspirantské práce a za péči s jakou posuzoval formální i obsahovou stránku ve všech etapách zpracování.

V Praze, prosinec 1966

ing. arch. Jan Moučka

L I T E R A T U R A

1. ASHBY, W.R.: Kybernetika
SNTL, Praha, 1960
2. GRENIIEWSKI, H.: Základy kybernetiky
SNTL, Praha, 1962
3. LEVIN, P.H.: Use of graphs to decide the optimum layout of buildings
The Architects' Journal. 7.10.1964. 809-815
4. JANŮ, K., ŠTURSA, J., VOŽENÍLEK, J.:
K otázce vědecké architektury
Stavba, 14, str. 125
5. Lakomý, Z.: Základní otázky specifičnosti architektury, VÚVA, 1960
6. RINGEL, G.: Färbungsprobleme auf Flächen und Graphen
Berlin. 1959
7. SEDLÁČEK, J.: Kombinatorika v teorii a praxi. Úvod do teorie grafů
NČSAV. Praha. 1964
8. WHITEHEAD, B., ELDARS, M.Z.:
An approach to the optimum layout of single-storey
buildings
The Architects' Journal, 17.6.1964, s. 1373-1380
9. ZICH, O. a kol.: Moderní logika
Orbis, Praha, 1958

Uveřejněné části aspirantské práce

- MOUČKA, J.: Teorie prostředí
Exaktní řešení problémů výstavby, sv. 1, 1964
VÚVA, Praha, 1964
- MOUČKA, J.: Optimální spojení místností
Exaktní řešení problémů výstavby, sv. 2
VÚVA, Praha, 1965