

ROOSTER-OPBOUW met een Microcomputer.

Drs. C.N. Oranje *

Definities.

Het proces van een roosteropbouw kan natuurlijk vanuit verschillende invalshoeken benaderd worden. In mijn visie bestaat het uit het vullen van een twee-dimensionaal roosterveld met rooster-elementen in overeenstemming met een aantal randvoorwaarden. Als de lokalentoekenning geen grote claim op het rooster legt kan in eerste instantie worden volstaan met het werken met twee roostervelden : het veld van het docentenrooster en het veld van het klassenrooster.

In het docentenrooster zijn de variabelen de rij van docenten en de lestijden. Uitgaande van vijf lesdagen met maximaal 8 uur per dag zijn er in het docentenrooster $40 \times ND$ posities (ND = aantal docenten). Deze posities moeten merendeels gevuld worden met klassen of groepen, maar kunnen ook onbezet blijven (tussenuren), of geblokkeerd worden door al of niet dringende roosterwensen. Het geheugen-gebied, waar deze elementen door het programma ORPRO worden geplaatst, kan gezien worden als het docentenplanbord.

Het aantal klassen NK is meestal kleiner dan het aantal docenten ND . Het veld van het klassenrooster is met zijn $40 \times NK$ posities dus compacter. Toch kan ook hier niet gezegd worden, dat iedere positie (door een docent) moet worden gevuld. De roosterlengte per klas bepaalt, hoeveel zevende of achtste uren bezet moeten worden. Deze roosterlengte valt af te lezen uit de voor deze klas geldende lessentabel. Als aan deze lessentabel wordt toegevoegd welke docenten deze lessen zullen geven, dan ontstaat de voor de komende cursus geldende D-K-V-tabel, die officieel staat van lessenverdeling heet.

Deze D-K-V-tabel is de verzameling van de te plaatsen rooster-elementen. Onder een roosterelement wordt dan verstaan een docent-klas-vak combinatie. Het roosterelement $D1-K1-V$ kan in het docentenrooster alleen bij docent $D1$ en in het klassenrooster alleen bij klas $K1$ worden geplaatst.

Wijze van vastleggen.

Op enkele uitzonderingen na is het klassenrooster uit het docentenrooster af te lezen. Die uitzonderingen betreffen o.a. niet-gebruikte posities in een onvolledig cluster, die geblokkeerd moeten worden. Het aantal van deze klasblokkades is echter beperkt. Voegt men de blokkades toe aan het docentenrooster, dan behoeft alleen het docentenrooster op diskette te worden vastgelegd. Het printen van een klassenrooster kan plaats vinden, nadat het docentenrooster via een snelle machinetaalsubroutine is vertaald.

* * *

*) Voordracht gehouden op 25.9.84 voor de SOR van de TH Twente. De auteur is als corrector verbonden aan de C.S.G. PASCAL te Amsterdam. Tel. 020 - 153409.
Adres: Rietschoot 9 1511 WB Costzaan

Mogelijkheden roosterelementen te plaatsen.

De regels voor docenten en klassen zijn zodanig verschillend, dat bij de opbouw beide velden in actual memory aanwezig moeten zijn, die simultaan worden gevuld.

Als het rooster geheel leeg is, zou men op iedere positie in het docentenrooster een willekeurige keus kunnen doen uit de klassen waarin de betreffende docent les gaat geven.

Het aantal mogelijkheden is voor iedere positie op de lijn van deze docent even groot. De mogelijkheden zijn echter op meer dan een manier afhankelijk van elkaar.

Plaats men een roosterelement op een bepaald uur, dan zal men meestal niet dezelfde klas op dezelfde dag nogmaals bij deze docent plaatsen. Gebruik van een mogelijkheid op een bepaald uur betekent dus beperking van de mogelijkheden op andere uren. Zou in de loop van de roosteropbouw het aantal keuzemogelijkheden ergens nul worden, dan betekent dit een vrij uur voor de betreffende docent.

Voor het klassenrooster geldt het complementaire verhaal. Bij een leeg rooster kan men op iedere plaats kiezen uit alle docenten die in deze klas les gaan geven. Op de monitor kan de roostermaker zien, welke docenten dit zijn met hun rooster (zie schermbeeld 1).

	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	u	U	7	M	D	W	D	V	
② 1A			NJ		DC												TL
BM									0	4	4	6	0	3	6	6	RG
AN			H4D						0	3	5	5	2	2	5	5	TP
MY	1D	1F							3	5	4	4	2	1	7	6	
SP				H4C	V6A			H5R	0	2	5	4	2	3	3	2	
MS		V5A		H5R	V4A	H4D			⑥ → 0	2	5	4	2	1	4	6	← ⑤
CR				H4B	H5D				1	3	5	5	2	3	4	4	
	4	4	7	3	9	5											
④ * MAAN * 1A *	KIES : < + / - K / # / D P / W / E B / F U T O F X > ③																

* Schermbeeld 1 *

Toelichting:

- 1 = geldende dag + klas
- 2 = Maandagrooster klas 1A (3e en 5e uur gevuld)
- 3 = Verzameling voor klas 1A nog beschikbare docenten
- 4 = Verzameling niet (meer) voor 1A beschikbare docenten
- 5 = Aantal mogelijkheden docent MS in 1A te plaatsen op de andere dagen
- 6 = u : aantal in deze klas ingedeelde uren
U : aantal in deze klas in te delen uren
- 7 = Aantal dagen waarop docent BM in 1A plaatsbaar is
- 8 = Aantal nog plaatsbare docenten (Nd)
(op gevulde uren staat Nd+4)
- 9 = +/- (zonder shift) : volgende/vorige klas
+/- (met shift) : volgende/vorige dag
K/#/D : kies klas/cluster/docent
P/W/E : Plaatsen/Wissen/Verwisselen
B/F : Blokkeren/Deblokkeren
U : Zoek meest urgente klas
T(otaal): Ook niet-plaatsbare docenten zichtbaar
X : Terug naar Hoofdmenu

Bij plaatsing van het roosterelement D-K-V op uur U is docent D op dit uur niet meer beschikbaar voor andere klassen; daardoor vermindert het aantal mogelijkheden op andere posities in het roosterveld. ORPRO administreert bij elke plaatsing de consequenties in het aantal keuzemogelijkheden in het klassenrooster. Docenten die op de getoonde dag niet geplaatst kunnen worden verschijnen in de marge van het scherm (4), maar hun rooster kan desgewenst worden getoond (T-optie).

Randvoorwaarden.

De belangrijkste randvoorwaarde is de eis dat er in het klassenrooster geen tussenuren mogen voorkomen. Treedt in het klassenrooster de situatie van nul mogelijkheden op, dan betekent dit, dat de roosteropbouw is vastgelopen.

Nu kan het praktische doel van het programma ORPRO worden geformuleerd:

a) melding van zulke situaties zodra ze ontstaan

b) gebruik van een zorgvuldige strategie, waarbij het aantal keren, dat zo'n melding optreedt zo klein mogelijk is.

Een volgende randvoorwaarde is, dat het aantal tussenuren voor een docent niet te groot mag zijn. Dit kan worden bewaakt door vooraf een aantal posities te blokkeren zodat het aantal van zijn vrijheden niet onnodig groot is. Aanbevelenswaard is, bij het begin van de roosteropbouw het aantal vrijheden redelijk ruim te nemen en deze ruimte in te perken naarmate het rooster vordert. Pas in de middenfase van het rooster is voorspelbaar welke uren wel of niet geblokkeerd kunnen worden.

Zetdwang.

De meest voor de hand liggende maatregel om probleemsituaties te voorkomen is het melden van de gevallen van zetdwang. De twee eenvoudigste vormen van zetdwang worden gemeld. De uitvoeringspraktijk heeft getoond dat dit werkbaar is.

Zetdwang in het klassenrooster is aanwezig als er nog maar een keuzemogelijkheid is overgebleven. Op een eerste of een laatste uur kan men de klas echter ook vrij geven.

In het docentenrooster ligt de zetdwang al wat ingewikkelder. Deze vloeit voort uit de wens de lessen voor een vak over verschillende dagen te spreiden. Voorbeeld: Docent D geeft een drie-uursvak in klas K en is op drie dagen beschikbaar. Als plaatsing van het element D-K op een van deze dagen nog slechts op een uur mogelijk is, is ook hier zetdwang ontstaan. Zoals te verwachten was, betekent het gehoorzamen aan meldingen van zetdwang het voorkomen van veel problemen. Toch zal de roostermaker op probleemsituaties blijven stuiten, bijvoorbeeld als op twee posities in het rooster zetdwang is ontstaan, waarbij dezelfde docent betrokken is.

Verkleining kans op correcties.

De eenvoudigste vorm van probleemoplossing bestaat uit het weghalen van een docent van een andere dag, als deze op die andere dag door een andere docent vervangen kan worden.

Uiteraard houdt dit in, dat in eerste instantie een minder gelukkige keus werd gemaakt. Dat brengt mij op de vraag: hoe kan men de gunstigste dag bepalen, waarop een docent geplaatst moet worden? Mijn antwoord is: Een gunstige dag is een dag met een kleine kans op latere correctie.

Computer-advies.

In de versie-84 van ORPRO-B wordt de gunstigste keus aangegeven voor het geval er nog slechts twee keuzemogelijkheden zijn overgebleven. Daarbij wordt gelet op het aantal uren, dat een docent nog ingedeeld moet worden, en het aantal dagen waarop plaatsing nog mogelijk is. Op grond hiervan volgt dan de melding ADVIES : Plaats docent D op uur U van Dag D in klas K. Het volgende schermbeeld is een voorbeeld van deze situatie.

	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	u	U	M	D	W	D	V	TL
1A					DC											
BM			M2A						0	4	4	6	0	3	6	6
AN		H4D	M2C						0	3	5	5	1	2	5	5
MY	1D	1F							4	5	3	5	2	1	7	6
SP			H4C	V6A		H5R			0	2	5	4	1	3	3	2
MS	V5A		H5R	V4A	H4D				0	2	5	4	2	1	4	6
CR			H4B	H5D					1	3	5	5	1	3	4	4
NJ				##	##	##	##		2	4	5	4	3	3	6	6
	5	5	2	3	9	5										
* MAAN * 1A *																
DOCENT KLAS UUR DAG																
A D V I E S NJ 1A 3 E MAANDAG																
PLAATSEN (J/N) ?																
* Schermbeeld 2a *																

De roostermaker is vrij, dit advies al dan niet op te volgen. Hij kan hiervoor zijn speciale redenen hebben. Schermbeeld 2b toont het resultaat, als de vraag : Plaatsen (J/N) ? met J wordt beantwoord.

	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	u	U	M	D	W	D	V	TL
1A			NJ		DC											
BM			M2A						0	4	4	6	0	3	6	6
AN		H4D	M2C						0	3	5	5	1	2	5	5
MY	1D	1G							4	5	3	5	2	1	7	6
SP			H4C	V6A		H5R			0	2	5	4	1	3	3	2
MS	V5A		H5R	V4A	H4D				0	2	5	4	2	1	4	6
CR			H4B	H5D					1	3	5	5	1	3	4	4
	4	4	5	3	9	5										
* MAAN * 1A * KIES : < +/- K/#/D P/W/E B/F U T of X >																
* Schermbeeld 2b *																

Clusters.

Is het kiezen uit slechts twee mogelijkheden zowel in de middenfase van de roosteropbouw als in de eindfase veel voorkomend - in de beginfase staat een ander probleem centraal: het plaatsen van de clusters.

De clusters kunnen niet zonder meer uit de lessenverdeling worden afgelezen, maar moeten als extra informatie daaraan worden toegevoegd. Uiteraard zal men op dit punt roosterprogramma en clusterprogramma willen koppelen. Het is echter ook mogelijk de clusters met de hand in te voeren.

Gezien de beperking van de beschikbare geheugenruimte (48kb) is het programma op het gebied van de clusters louter ondersteunend. Wanneer naar een bepaald cluster wordt gevraagd kan men op het scherm aflezen de roosters van de klassen en van de docenten, die bij dit cluster betrokken zijn. Schermbeeld 3 laat deze situatie zien, waaruit men kan aflezen op welke uren dit cluster geplaatst kan worden.

		* Schermbeeld 3a *												
1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	u	U	M	D	W	D	V
V5A		MS	JA		KS	NY		:	:	:	:	:	:	:
V5B		GI	BL		KO			:	:	:	:	:	:	:
V5C		BU	BS		NY	WK		:	:	:	:	:	:	:
V5R								:	:	:	:	:	:	:
V5						BT		:	:	:	:	:	:	:
SR	H4R		H5A		V6A	V6A	#	3	4	4	1	2	2	0
BL			V5B		V6C	H4R	#	3	4	2	3	4	0	2
LO					V6B	V6B	#	3	4	2	1	3	1	2
HO	H4B		H4E	V6B		H5B	#	3	4	2	1	3	3	4
BT			V6R			V5	#	5	6	0	0	6	5	5

* DINS * V5 - CLUSTER 4 * KIES : < +/- K/D P/W OF X >

1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	u	U	M	D	W	D	V
V5A	SR	MS	JA		KS	NY		:	:	:	:	:	:	:
V5B	BL	GI	BL		KO			:	:	:	:	:	:	:
V5C	LO	BU	BS		NY	WK		:	:	:	:	:	:	:
V5R	HO							:	:	:	:	:	:	:
V5	BT					BT		:	:	:	:	:	:	:
SR	H4R	V5A		H5A		V6A	V6A	#	4	4	3	1	2	2
BL		V5B		V5B		V6C	H4R	#	4	4	2	3	4	0
LO		V5C				V6B	V6B	#	4	4	1	1	3	1
HO	H4B	V5R	H4E	V6B		H5B	#	4	4	1	1	3	3	4
BT		V5		V6R		V5	#	6	6	0	0	6	5	5

* DINS * V5 - CLUSTER 4 * KIES : < +/- K/D P/W OF X >

* Schermbeeld 3b *

Bij opdracht tot plaatsen (P-optie) worden alle docenten uit het cluster geplaatst. Met de W-optie kan een compleet cluster worden gewist. Schermbeeld 3b toont wat het resultaat is als men P2 heeft ingetoetst.

Wijziging D-K-V-tabel.

Ook bij het plaatsen van de clusters komt men strijdigheden tegen, waarbij een slimme roostermaker diverse oplossingsmanieren kent: vanaf het niet inwilligen van roosterwensen - via wisselingen in de D-K-V-tabel - tot het openbreken van het cluster.

Wijziging in de D-K-V-tabel betekent een zodanig ingewikkelde herberekening van de mogelijkheden, dat gekozen is voor het volgende radicale maar afdoende procedé:

a) Leg de fase waarin het docentenrooster verkeert vast op diskette.

b) Wijzig de D-K-V-tabel en leg ook deze vast op diskette.

c) Start het programma Roosteropbouw opnieuw.

Startprocedure.

De startprocedure verloopt als volgt: Geef het commando STARTRST. Dit commando transformeert de gegevens van de D-K-V-tabel zodanig, dat ze later door het hoofdprogramma snel en eenvoudig kunnen worden geraadpleegd. Bovendien wordt de ruimte waar het rooster moet komen gewist.

De volgende stappen zijn: het laden van de laatste roosterfase, het laden van het hoofdprogramma en executie van de recover-routine. Hierbij wordt elk roosterelement, dat in overeenstemming is met de nieuwe D-K-V-tabel geplaatst en geadministreerd.

Elementen, die wel pasten in de oude tabel, maar niet in de nieuwe, worden gewist en een lijst van deze correcties verschijnt op het scherm. Na afloop hiervan kan met de opbouw van het rooster worden verdergegaan.

Voor onze school met 80 docenten en 1200 leerlingen telt het rooster ongeveer 1500 elementen. De administratie van een compleet rooster vergt ongeveer anderhalve minuut.

Algemene Strategie

Het programma ORPRO is bedoeld als een nuttig hulpmiddel voor de roostermaker. Hij is daarbij vrij in de keus van zijn algemene strategie. De computermeldingen zijn een belangrijk aspect, waarvan het belang ook weer niet overschat moet worden. Meldt de computer zedwang, dan is dit een noodzaak als men geen wijziging in de reeds geplaatste roosterelementen aanbrengt. Vaak zijn er wel degelijk wijzigingen mogelijk. Het is derhalve alleen zinvol zedwang-meldingen serieus te nemen, als permanent werd gestreefd de roosterelementen met de kleinst mogelijke kans op latere correctie te plaatsen.

Met de U-optie wordt de klas opgezocht met het kleinste aantal mogelijkheden. Een keus uit dit minimum biedt de grootste kans op succes. Regelmatig gebruik van U-optie is derhalve aanbevelenswaard.

Analyse

Het is mogelijk, het opbouwproces te printen, waardoor achteraf kan worden geanalyseerd hoe probleemsituaties konden ontstaan en ook nog terug te vinden is, op welke wijze ze werden opgelost. In dit opzicht lijkt mij het programma ORPRO een waardevol instrument om het inzicht in het proces van roosteropbouw te verdiepen.

Programma-specificaties.

Het voor TRS-80 Model-I ontworpen programma ORPRO maakt gebruik van in Z80-Assembler geschreven subroutines welke vanuit BASIC worden aangeroepen.

De geheugenruimte van 48kb noodzaakte daarbij tot beperkingen. Er is ruimte voor 90 docenten en 50 klassen met eventueel 20 restgroepen.

Nadat het docenten-klassenrooster is opgebouwd wordt het lokalenrooster toegevoegd.

Demonstratiediskette

Voor belangstellenden is een demonstratiediskette verkrijgbaar bij de auteur. Er zijn drie versies: TRS-80 model I, idem model III en Aster CT-80.

Ontvangen: 12-2-85