

## Bijlage bij Hoofdstuk6 Software Engineering Analyse & Ontwerp TI3

### 1. BESLISSINGSTABELLEN

#### 1.1 Bepaling

Een beslissingstabel is een tabel die voorstelt het exhaustief geheel van elkaar uitsluitende voorwaardelijke uitspraken binnen een vooraf bepaald probleemgebied.

Hier komt figuur 1.1

Deze tabel heeft betrekking op het probeemgebied 'Orderbehandeling' en doet hierover zes voorwaardelijke uitspraken (één uitspraak per kolom). In vaktermen wordt een voorwaardelijke uitspraak een beslissingsregel genoemd. Daarom zijn de hoofdingen der kolommen aangeduid door *R1*, *R2*, *R3*, *R4*, *R5*, *R6*. *R1* is dus de afkorting van Regel I. In het vervolg zijn de termen 'voorwaardelijke uitspraak' en 'beslissingsregel' synoniemen.

De beslissingsregels hebben de volgende betekenis.

R1 Als de klant groothandelaar *is en* als de bestelde hoeveelheid minder is dan 10 stuks, dan korting 0% *en* wegvervoer *en* faktuur type A.

R2: Als de klant groothandelaar *is en* als de bestelde hoeveelheid tenminste 10, maar minder dan 15 stuks *is en* als de afstand minder is dan 50 km, dan korting 10% *en* wegvervoer *en* faktuur type A.

Beslissingstabellen vertonen een geijkte structuur. Bovenaan staat een titel die het probleemgebied omschrijft (hier: *Orderbehandeling*). Het tabelgedeelte links van de dubbele verticale lijn noemen wij de *strook*. Hierin staan de elementen die de aard van de voorwaardelijke uitspraken bepalen. Deze elementen zijn van tweërlei aard. Vooreerst vinden wij er de *condities* (hier C1, C2, C3). Naargelang de omstandigheden zou men deze condities ook kunnen beschouwen als *inputs* of *oorzaken*. De condities bevinden zich altijd in de strook boven de dubbele horizontale lijn. De tweede categorie elementen zijn de *akties* (hier A1, A2, A3, A4). Hun plaats in de strook is onder de dubbele horizontale lijn. Een meer algemene benaming van akties is *outputs* of *gevolgen*. Algemeen kan worden gezegd, dat een beslissingstabel het verband weergeeft tussen

- condities en akties, of
- inputs en outputs, of
- oorzaken en gevolgen.

Rechts van de strook, en van deze strook gescheiden door een dubbele verticale lijn, bevinden zich de voorwaardelijke uitspraken of beslissingsregels, één uitspraak per kolom. Boven de dubbele horizontale lijn vertoont iedere kolom voor iedere conditie een *conditietoestand*. Dit is ofwel een elementaire toestand of de samenvatting van diverse elkaar uitsluitende elementaire toestanden. Soms wordt de conditietoestand aangeduid door een streepje, hetgeen betekent dat voor de desbetreffende conditie de toestand irrelevant is in het kader van de uitspraak in kwestie. In figuur 5.1 vinden we een streepje voor -- onder andere -- conditie 3 van *R1*. De afstand tussen de fabriek en de woning van de klant is dus irrelevant voor het doen van de uitspraak vervat in *R1*.

Keren we nu even terug naar de bepaling van een beslissingstabel bij de aanvang van deze sectie gegeven. Daarin wordt gezegd dat de uitspraken elkaar moeten uitsluiten en dat het geheel van de uitspraken exhaustief moet zijn. Beide kenmerken (de exclusiviteit en de exhaustiviteit) liggen aan de grondslag van het nut van de beslissingstabel. Dit is de *kern* van de zaak. Is tenminste een van deze kenmerken afwezig, dan verliest de beslissingstabel volledig haar reden van bestaan.

Het kenmerk *exhaustiviteit* slaat op het feit dat in de tabel alle mogelijke gevallen zijn voorzien. Dit betekent dat zich binnen het beschouwde probleemgebied geen enkel geval voordoet, dat niet vervat is in het conditiegedeelte van een van de beslissingsregels. Met *exclusiviteit* wordt bedoeld dat zich binnen het beschouwde probleemgebied geen enkel geval voordoet, dat vervat is in meer dan één beslissingsregel. Een tabel is dus exhaustief en exclusief als ieder mogelijk geval van het probleemgebied past in één en slechts één beslissingsregel.

Het exhaustieve en exclusieve karakter van de uitspraken kan worden gecontroleerd door het conditiegedeelte van de tabel te onderzoeken. Vooreerst gaat men na of voor iedere conditie de aangegeven toestanden exhaustief en exclusief zijn. Men ziet gemakkelijk, dat dit het geval is voor de condities van figuur 1.1:

C1: Klant = groothandelaar: Ja of Neen;

C2: Bestelde hoeveelheid:  $H < 10$ ,  $10 \leq H < 15$ ,  $H \geq 15$ ;

C3: Afstand:  $A < 50$ ,  $50 \leq A < 100$ ,  $A \geq 100$ .

Bijvoorbeeld de conditie 'Afstand': er bestaat geen enkele afstand die niet ofwel minder is dan 50, ofwel gelegen is tussen 50 en 100, ofwel tenminste gelijk is aan 100. Dus deze conditie is exhaustief. Daarenboven kan geen enkele afstand tegelijkertijd tot meer dan één van de drie genoemde categorieën behoren. Dus de conditie is tevens exclusief.

Na deze controle op het exhaustieve en exclusieve karakter van iedere conditie afzonderlijk, berekent men het aantal mogelijke enkelvoudige beslissingsregels die uit de elementaire conditietoestanden voortvloeien. Een *enkelvoudige beslissingsregel* bevat voor iedere conditie een elementaire toestand. Het aantal mogelijke enkelvoudige beslissingsregels is het produkt van het aantal toestanden voor iedere conditie. Voor de tabel van figuur 1.1 is dit:  $2 \times 3 \times 3 = 18$ .

Immers, de eerste conditie heeft twee toestanden en ieder van deze toestanden kan worden gecombineerd met ieder van de drie toestanden van conditie 2, hetgeen aanleiding geeft tot  $2 \times 3$  of  $6$  gecombineerde toestanden van de eerste twee condities. Beschouwen we nu ook de derde conditie: ieder van de zes gecombineerde toestanden van de eerste twee condities kan worden gecombineerd met ieder van de drie toestanden van conditie 3. Met de drie condities samen verkrijgen we dus  $6 \times 3 = 18$  gecombineerde toestanden of enkelvoudige beslissingsregels.

Heeft men het aantal mogelijke beslissingsregels berekend, dan telt men hoeveel enkelvoudige beslissingsregels de tabel werkelijk bevat. Een kolom die voor tenminste één conditie een toestand aangeeft, die de samenvatting is van meer dan één elementaire toestand, bevat meer dan één enkelvoudige beslissingsregel. Men noemt daarom de uitspraak van deze kolom een *samengestelde beslissingsregel*. Zo zien wij dat de tabel van figuur 1.1 drie samengestelde beslissingsregels vertoont, t.w. *R1*, *R5* en *R6*. De telling van het totaal aantal enkelvoudige beslissingsregels in figuur 1.1 geschiedt als volgt:

*R1:3*, namelijk 3 mogelijke toestanden voor *C3*;

*R2:1*;

*R3:1;*

*R4:1;*

*R5:3*, namelijk 3 mogelijke toestanden voor *C3*;

*R6:9*, namelijk 3 mogelijke toestanden voor *C2* vermenigvuldigd met 3 mogelijke toestanden voor *C3*;

dit betekent: 18 totaal.

Tenslotte moet worden nagegaan of alle beslissingsregels, twee aan twee genomen, elkaar uitsluiten. Twee beslissingsregels sluiten elkaar uit, als ze voor tenminste één conditie twee elkaar uitsluitende toestanden vertonen. Men kan gemakkelijk nagaan dat dit voor figuur 1.1 het geval is. In totaal moet men hiervoor 15 regelparen onderzoeken: *R1R2, R1R3, R1R4, R1R5, R1R6, R2R3, R2R4, R2R5, R2R6, R3R4, R3R5, R3R6, R4R5, R4R6, R5R6*. Men ziet bij voorbeeld dat *R1* en *R2* elkaar uitsluiten, omwille van het feit dat voor dit regelpaar de toestanden van *C2* elkaar uitsluiten. Bij de andere 14 regelparen zal men ook telkens een conditie vinden met twee elkaar uitsluitende toestanden.

Figuur 1.1 stelt dus wel degelijk een beslissingstabel voor, die aan onze definitie voldoet.

In het vervolg zullen wij de volgende conventies afspreken.

1. Sommige condities kunnen enkel de toestand Ja of Neen aannemen. Dit zullen we verkort weergeven met de letters J en N.

2. In de voorwaardelijke uitspraken zijn de conditietoestanden altijd verbonden met het voegwoord *en*. *Ook voor de aktietoestanden is dit de algemene regel*. Af en toe is het echter noodzakelijk de aktietoestanden te verbinden met het voegwoord *of*. Is dit laatste het geval, dan zal dit telkens expliciet worden vermeld.

3. Aan de rechterkant van de dubbele verticale lijn kunnen we de aktietoestanden op twee onderscheiden manieren aanduiden. Soms geeft men de toestanden weer door de aktie te vervolledigen. In figuur 1.1 is dit het geval met *A1* en *A4*. In andere gevallen zet men een streepje (-) of een kruisje (X). Een streepje betekent dat de aktie *niet mag* worden ondernomen, en een kruisje dat ze *moet* worden ondernomen. Dit is in figuur 1.1 zo met *A2* en *A3*.

## 1.2. De beslissingstabel als documentatietechniek

De beslissingstabel is een uitstekende techniek om voorwaardelijke uitspraken te documenteren. In ieder geval is de beslissingstabel te verkiezen boven een tekst. Teksten en beslissingstabellen zijn geenszins de enige technieken om voorwaardelijke uitspraken te documenteren. Men kan ook gebruik maken van propositionele logica, grafen en stroomschema's. Een beslissingstabel biedt echter duidelijke voordelen ten opzichte van het gebruik van deze drie andere middelen.

## 1.3 Toepassingsgebieden

### *- De wetgeving en de rechtspraak*

Het is uiterst moeilijk waterdichte wetten te maken. Vaak wordt na afkondiging van een wet vastgesteld dat zij onvolledig en op zekere punten contradictorisch is. Daarenboven worden wetten permanent verkeerd geïnterpreteerd wegens de gebrekkigheid van de tekst waarin ze zijn uitgedrukt.

- *Procedurevoorschriften in bedrijven, verenigingen en andere organisaties* Vooral het personeel van overheidsbedrijven, banken en verzekeringsbedrijven, maar ook van andere bedrijven en organisaties wordt bij het uitoefenen van zijn taak overstelpt met talrijke voorschriften, die het karakter dragen van voorwaardelijke uitspraken. Het ligt voor de hand dat zowel voor de opstelling van die voorschriften als voor hun uitvoering de beslissingstabel waardevol is.

#### - *De informatica*

Tenslotte, maar niet in het minst, worden ontwerpers van geautomatiseerde informatiesystemen met voorwaardelijke voorschriften geconfronteerd. Wat is een computerprogramma anders dan een geheel van voorwaardelijke voorschriften? Het is trouwens in dit probleemgebied dat de beslissingstabel nu ongeveer twintig jaar geleden is ontstaan.

## 1.4 Systematische opstelling van beslissingstabellen

### 1.4.1 Inleiding

We behandelen drie methoden: de directe methode op basis van enkelvoudige regels, de directe methode op basis van samengestelde regels en de zoekmethode.

### 1.4.2 De directe methode

#### *Voorbeeld*

*Reglement voor de toekenning van eindejaarpremies*

#### *1. Anciënniteitspremie*

*Indien de werknemer een anciënniteit heeft van tenminste 3 jaar en indien hij gedurende het jaar minder dan een maand afwezig is geweest, krijgt hij een anciënniteitspremie.*

#### *2. Aanwezigheidspremie*

*Indien de werknemer een anciënniteit heeft van tenminste 1 jaar en indien hij gedurende het jaar minder dan 2 weken afwezig is geweest, ontvangt hij aanwezigheidspremie 1.*

*Indien de werknemer een anciënniteit heeft van minder dan 1 jaar, ontvangt hij aanwezigheidspremie 2, maar enkel indien hij nooit afwezig is geweest.*

#### *3. Produktiviteitspremie*

*Indien hij tenminste 3 jaar anciënniteit heeft, heeft de werknemer recht op produktiviteitspremie 1. De premie wordt enkel toegekend op voorwaarde dat:*

*- ofwel hij afwezig is geweest gedurende minder dan twee weken;*

*- ofwel hij afwezig is geweest gedurende minder dan een maand en zijn waarderingscijfer (n) hoger is dan 15.*

*Indien de werknemer minder dan 3 jaar maar tenminste 1 jaar anciënniteit heeft, heeft hij recht op produktiviteitspremie 2, op voorwaarde dat hij minder dan weken afwezig is geweest.*

*Indien de werknemer minder dan 1 jaar anciënniteit heeft, krijgt hij enkel produktiviteitspremie 3 indien hij nooit afwezig is geweest en indien zijn waarderingscijfer hoger is dan 15.*

#### *4. Premie voor buitengewone diensten*

*Indien de werknemer, wat ook zijn anciënniteit is, nooit afwezig is geweest en zijn waarderingscijfer hoger is dan 15, ontvangt hij een bijkomende premie voor buitengewone diensten.*

*Figuur 2.1 Reglement voor de toekenning van eindejaar-premies in tekstvorm)*

De eerste fase is altijd de opstelling van de strook van de tabel. *Hiertoe* moet men vooreerst het reglement lezen en een lijstje maken van de condities en acties die het

bevat. Wat men als condities moet beschouwen is doorgaans duidelijk. De actiebepaling is soms niet zo eenduidig, want die is afhankelijk van het doel waarvoor de tabel moet dienen. In het onderhavige geval wensen wij tot een tabel te komen, die aangeeft onder welke voorwaarden iemand recht heeft op één of meerdere premies. De acties zijn dus premies.

Het lijstje van figuur 2.2 bevat alle condities en acties in de volgorde waan ze in de tekst verschijnen. Om het te kunnen volgen, hebben we alle condities opgeschreven zelfs als ze reeds vroeger werden ontmoet. Sommige condities zijn dus meer dan een keer vermeld. Het cijfer tussen haakjes na iedere conditie of actie duidt op de paragraaf (1 tot 4) waarin de conditie of actie werd ontdekt.

Schrappen we nu van de lijst alle conditieherhalingen, dan krijgen we het kortere lijstje van figuur 2.3.

Vervolgens schrappen we van de lijst alle condities die het complement zijn van andere condities. Zo is conditie 5 (ancienniteit  $< 1$  jaar) het complement van conditie 3 (ancienniteit  $\geq 1$  jaar). Met andere woorden, conditie 5 is niets anders dan de toestand *Neen* van conditie 3. Hetzelfde geldt voor conditie 8 ten opzichte van conditie 1.

Na schrapping en hernummering wordt ons lijstje nu als volgt in figuur 2.4.

Beschouwen we nu even het verkregen resultaat. We stellen vast dat de condities betrekking hebben op drie kenmerken: ancienniteit, afwezigheid en waarderingscijfer ( $n$ ). Voor ieder kenmerk zoeken we nu het exhaustief geheel van elkaar uitsluitende toestanden dat voor dit probleem relevant is. Dit moet met de grootste zorg geschieden, want hier raken we de kern van het nut van de tabel.

De analyse gebeurt kenmerk voor kenmerk. Is het kenmerk numeriek (wat hier voor elke conditie het geval is) dan gaan we altijd als volgt tewerk.

1. We bepalen de theoretisch mogelijke minimale en maximale numerieke waarden van het kenmerk. Kennen we de minimale waarde niet, dan nemen we  $-$ ; kennen we de maximale waarde niet, dan nemen we  $+$ .

2. Op de schaal duiden we de concrete numerieke waarden aan die we voor de kenmerken in ons lijstje vonden.

3. Inachtnemend de tekens  $\geq$ ,  $<$ ,  $>$ ,  $=$  die we in het conditielijstje vinden, kunnen we nu voor ieder kenmerk het exhaustief geheel van de relevante elkaar uitsluitende toestanden bepalen.

Merk goed op dat voor de afwezigheid de twee eerste toestanden zijn:  $b = 0$  en  $0 < b < 2$  w. De eerste toestand hebben we nodig omdat hij in de tekst is vermeld. De tweede toestand moet de eerste uitsluiten en mag dus de eerste toestand  $b = 0$  niet includeren!

Hoe de analyse het best verloopt als de kenmerken niet-numeriek zijn, wordt behandeld in 2.2.2.

Voor het hier beschouwde geval zullen we dus in de strook 3 condities hebben: ancienniteit, afwezigheid en waardering.

We zijn nu klaar om de strook in te vullen. Ze zal drie condities en zeven acties vertonen. Ook kunnen we reeds het kolomgedeelte boven de dubbele horizontale lijn invullen. Aangezien we reeds voor iedere conditie de relevante toestanden hebben bepaald, kennen we alle mogelijke combinaties van deze toestanden. In totaal zijn dat er  $3 \times 4 \times 2 = 24$ . Het regelgedeelte boven de dubbele horizontale lijn wordt

vervolledigd op een zodanige wijze dat de eerste conditie van links naar rechts het traagst verandert en de laatste conditie het snelst. Dit geeft ons de tabel van figuur 2.5. Blijft nu nog over het onderste gedeelte van de beslissingsregels in te vullen. Ter voorbereiding hiervan herschrijven we de tekst in verkorte vorm, zonder er evenwel iets aan toe te voegen of er iets uit weg te laten. We schrijven een aantal voorwaardelijke uitspraken, waarin enkel de volgende elementen mogen voorkomen:

- de uitdrukkingen boven de dubbele horizontale lijn of de negatie ervan, waarbij de negatie wordt weergegeven door een streep boven de genegeerde uitdrukking, bijvoorbeeld:

$a < 1j$  = anciënniteit is kleiner dan 1 jaar

$a < 1j$  = anciënniteit is niet kleiner dan 1 jaar

- de voegwoorden EN en OF

- een pijltje: ->

- de acties uit de strook van onze tabel.

### 1.4.3 De Zoekmethode

Tegenover de directe methode staat de zoekmethode. Ze is vooral van toepassing voor het maken van nieuwe procedures en ook als de te onderzoeken procedures niet schriftelijk gedocumenteerd zijn. Ze moeten dan worden ontdekt door een gesprek met de opdrachtgever.

Bij de zoekmethode onderscheiden we 3 fasen, waarvan de eerste twee eigenlijk door mekaar verlopen:

- ontdekken van relevante condities en acties;

- ontdekken van equivalentieklassen:

(een reeks beslissingsregels vormen een equivalentieklasse als hun respectievelijke acties hetzelfde beeldgeven);

- opstellen van de definitieve tabel.

### 1.5 Limited-entry, extended-entry en mixed entry

Heeft een conditie meer dan twee mogelijke toestanden, dan kunnen wij ze splitsen in meer dan 1 conditie, elk met maar twee toestanden (J/N). Algemeen kan men stellen:vertoont een conditie n mogelijke toestanden ( $n > 2$ ), dan kan ze gesplitst worden in (n-1) condities, die elk slechts twee toestanden (J/N) kunnen aannemen. Een conditie met twee mogelijke toestanden wordt limited-entry conditie genoemd; een conditie met meer dan twee mogelijke toestanden noemt men extended-entry conditie. Voor akties geldt iets gelijksoortig.

Een tabel die uitsluitend limited entries bevat noemt men een limited-entry tabel. Bevat ze uitsluitend extended-entries dan is het een extended-entry tabel. Vertoont ze beiden dan is het een mixed-entry tabel.

# Beslissingstabellen

## Reglement voor toekenning eindejaarspremies

### Conditioes

- (1) ancienniteit  $\geq$  3 jaar
- (2) afwezigheid  $<$  1 maand
- (3) ancienniteit  $\geq$  1 jaar
- (4) afwezigheid  $<$  2 weken
- (5) ancienniteit  $<$  1 jaar
- (6) afwezigheid = 0
- (7)  $n > 15$
- (8) ancienniteit  $<$  3 jaar

### Acties

- (1) ancienniteitspremie
- (2) aanwezigheidspremie 1
- (3) aanwezigheidspremie 2
- (4) produktiviteitspremie 1
- (5) produktiviteitspremie 2
- (6) produktiviteitspremie 3
- (7) premie voor buitengewone diensten

# Beslissingstabellen

## Reglement voor toekenning eindejaarspremies

### Conditioes

- (1) ancienniteit  $\geq$  3 jaar
- (2) afwezigheid  $<$  1 maand
- (3) ancienniteit  $\geq$  1 jaar
- (4) afwezigheid  $<$  2 weken
- (5) afwezigheid = 0
- (6)  $n > 15$

### Acties

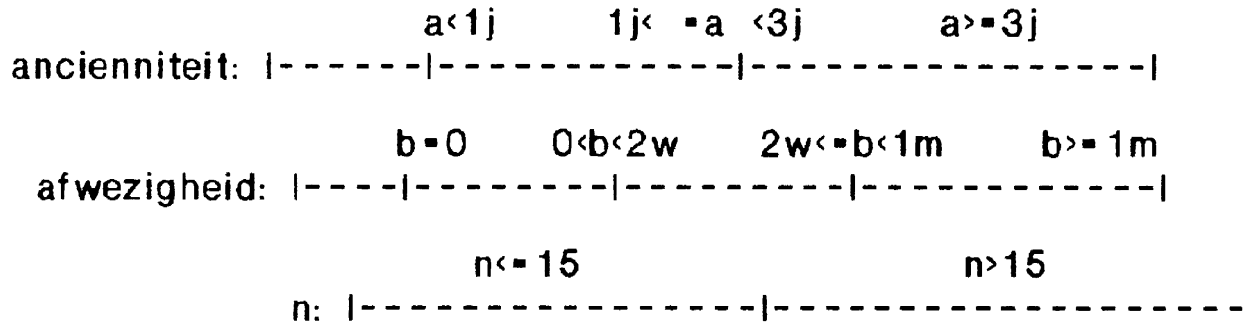
- (1) ancienniteitspremie
- (2) aanwezigheidspremie 1
- (3) aanwezigheidspremie 2
- (4) produktiviteitspremie 1
- (6) produktiviteitspremie 3
- (7) premie voor buitengewone





# Beslissingstabellen

## exhaustief onderzoek



figuur 2.5bis

## oefeningen bij beslissingstabellen

### oefening 1

Stel een beslissingstabel op voor de volgende situatie. Doe dit volgens de geziene methode. Je moet alle stappen afzonderlijk aangeven, inclusief de samentrekking van de tabel tot een tabel met samengestelde regels.

Na berekening van het brutobedrag van de factuur dient nagegaan te worden of een korting van toepassing is. De regels hiervoor zijn als volgt :

A. Behoort de klant tot categorie 1, dan verkrijgt hij korting A indien hij de goederen zelf afhaalt of indien hij een goede betaler is of indien het brutobedrag van de factuur hoger is dan 50.000 BF. Zijn twee van deze voorwaarden vervuld, dan verkrijgt hij kortingen A, B en C.

B. Behoort de klant niet tot categorie 1, dan kan hij enkel korting A krijgen voor zover het brutobedrag van de factuur hoger is dan 60.000 BF en voor zover hij de goederen zelf afhaalt.

Behoort de klant niet tot categorie 1 en is het brutobedrag van de factuur niet hoger dan 50.000 BF, dan is er een fout begaan, daar bij de definitie klanten die niet behoren bij categorie 1, altijd voor meer dan 50.000 BF moeten kopen. Deze fout moet gemeld worden.

## oefening 2

Maak een beslissingstabel met aparte aanduiding van alle stappen zoals in oefening 1.

Een onderneming recruteert personeel. Het aangeworven personeel wordt, als gevolg van de resultaten behaald op de proeven, geklasseerd in 3 categorieën : A, B en C. Categorie A krijgt de hoogste wedde, categorie C de laagste.

Degenen die meer dan 90 % behalen op de proeven worden geklasseerd in categorie A ; meer dan 80 tot 90 % : categorie B ; meer dan 70 tot 80 % : categorie C ; 70 % of minder : geweigerd.

Gezien de aard der werkzaamheden van een categorie B betrekking, is deze categorie wettelijk verboden voor vrouwen. Een vrouw die in de testen een resultaat behaalt van meer dan 80 tot 90 % krijgt categorie C, maar met een wedde die 10 % hoger is dan het toepasselijke basisbarema van categorie C.

Iedere categorie heeft twee basisbaremas : het laagste voor een kandidaat zonder universitair diploma en het hoogste voor deze met een universitair diploma. De basisbaremas zijn :

	Laagste barema	Hoogste barema
categorie A	50 000	60 000
categorie B	40 000	50 000
categorie C	30 000	40 000

Daarenboven ontvangt het gehuwd personeel een supplement van 5 %.

Je beslissingstabel moet toelaten eenduidig de juiste wedde te berekenen.