

HOOGWATERKERING IN KUCHING

mei 1990

H.A. de Vries

DEEL I

Technische Universiteit Delft
Faculteit der Civiele Techniek
Vakgroep Waterbouwkunde, k. 2.91
Stevinweg 1
2628 CN DELFT



HOOGWATERKERING IN KUCHING

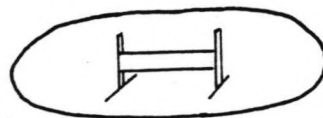
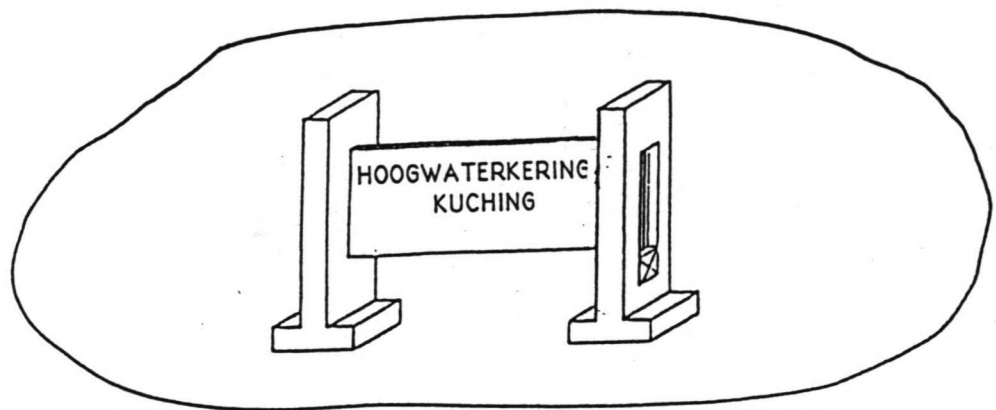
mei 1990

H.A. de Vries

VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE
Afd. Civiele Techniek
TH Delft



96a



Afstudeercommissie:

Prof. ir. A. Glerum
ir. K.G. Bezuyen
ing. P. Dool
ir. B. van Leeuwen

VOORWOORD

Dit rapport is een verslag van mijn afstudeerwerk aan de Technische Universiteit Delft, Faculteit der Civiele Techniek, vakgroep Waterbouwkunde, sectie Constructieve Waterbouwkunde.

Het onderwerp betrof het kiezen van een locatie voor een hoogwater kering en het constructief uitwerken van een type afsluitmiddel.

Hierbij wil ik het ingenieursbureau Witteveen en Bos bedanken voor het aanleveren van het onderwerp en het later verstrekken van informatie over het project. In het bijzonder wil ik ir. B. van Leeuwen bedanken.

Verder wil ik de overige leden van mijn afstudeercommissie bedanken voor de tijd en energie die zij gestoken hebben in mijn begeleiding, met name mijn directe begeleider ir. K.G. Bezuyen.

Delft, mei 1990

Henk Jan de Vries.

INHOUDSOPGAVE

DEEL I

<u>VOORWOORD</u>	1
<u>SAMENVATTING</u>	2
<u>INLEIDING</u>	3
<u>HOOFDSTUK 1 INLEIDING</u>	4
1.1 <u>PROBLEEMANALYSE</u>	4
1.2 <u>PROBLEEMSTELLING</u>	4
1.3 <u>DOELSTELLING</u>	5
1.4 <u>UITGANGSPUNTEN</u>	5
<u>HOOFDSTUK 2 INLEIDING</u>	6
2.1 <u>DE RIVIER SUNGAI SARAWAK</u>	6
2.2 <u>UITLEG SCORETABEL</u>	9
2.2.1. <u>Scheepvaart</u>	9
2.2.2. <u>Rivier</u>	13
2.2.3. <u>Waterstanden</u>	14
2.2.4. <u>De lengte waarover de dijk wordt verlengd</u> ...	15
2.2.5. <u>Tegengaan van de indringing van het getij</u> ...	16
2.2.6. <u>Zoutindringing</u>	16
2.2.7. <u>Mogelijkheid voor een brug</u>	17
2.2.8. <u>Bouwwijze</u>	17
2.3 <u>KEUZE VAN LOCATIE</u>	18
<u>HOOFDSTUK 3 VERVOLG</u>	18

SAMENVATTING

In dit afstudeerverslag wordt het hoogwater probleem in en rondom Kuching besproken. Er waren drie locatie's gegeven waar een hoogwaterkering gebouwd zou kunnen worden. Er is eerst een globale locatiekeuze gemaakt. Omdat de gekozen locatie een uitgestrekt gebied betrof en er binnen deze locatie geen definitieve locatie aangewezen kon worden is er eerst een keuze gemaakt uit het type afsluitmiddel. Er werd gehoopt dat het gekozen afsluitmiddel voorwaarden zou geven voor de bepaling van de definitieve locatiekeuze.

Er zijn drie verschillende doorvaartbreedten bekeken. Bij een doorvaartbreedte van 136m. varen alle schepen door één opening. Bij een doorvaartbreedte van 102m. vaart elke richting door één opening. Als laatste doorvaartbreedte is een breedte van 50m. gekozen. In totaal moeten er vier van dergelijke doorvaartopeningen zijn.

Uit de keuze van het type afsluitmiddel kwamen de sectordeur en de roldeur voor de doorvaartbreedte van 136m. als beste naar voren. Beide oplossingen worden met luchtkisten bewogen.

Uiteindelijk is de precieze locatie voor de bouw van de kering gekozen. Van de twee beste oplossingen is besloten om de roldeur verder constructief uit te werken.

Bij het ontwerp van de roldeur zijn de deur, de drempel, de deurkas en het landhoofd globaal gedimensioneerd. De deur is tenslotte een dichte schuifdeur geworden. De deur is dicht geworden omdat de deur gevuld moest worden met water om voldoende gewicht te krijgen om het verval te keren. De deur is opgebouwd uit een raamwerk van ronde stalen buizen. De deur wordt afgedekt door orthotrope platen. Voor de schuifdeur is gekozen omdat zo de hoeveelheid onderhoud aan het bewegingswerk sterk wordt verminderd.

Een hoogwaterkering verlaagt het aantal overstromingen. Alle overstromingen worden niet voorkomen. Bij hoge rivierafvoeren werkt de kering niet. Als alle overstromingen voorkomen moeten worden moet er ook nog iets aan de beperking van de hoge rivierafvoeren gedaan worden.

Uit economische oogpunt is de kering geen haalbare kaart. De schade per jaar is gering (in de orde van fl. 100.000 per jaar) terwijl de kosten voor een hoogwaterkering hoog zijn (in de orde van tientallen miljoenen guldens).

INLEIDING

Voor U ligt het afstudeerverslag over de hoogwaterkering in Kuching. Kuching is de hoofdstad van de staat Sarawak op het eiland Kalimantan. Door de stad Kuching stroomt de rivier Sungai Sarawak. Deze rivier mondt uit in de Zuid Chinesche Zee.

In en rondom Kuching treden overstromingen op t.g.v. de rivierafvoer en het binnendringende getij. In dit afstudeerverslag wordt beschreven of het mogelijk is om d.m.v. een hoogwaterkering deze overstromingen te verminderen.

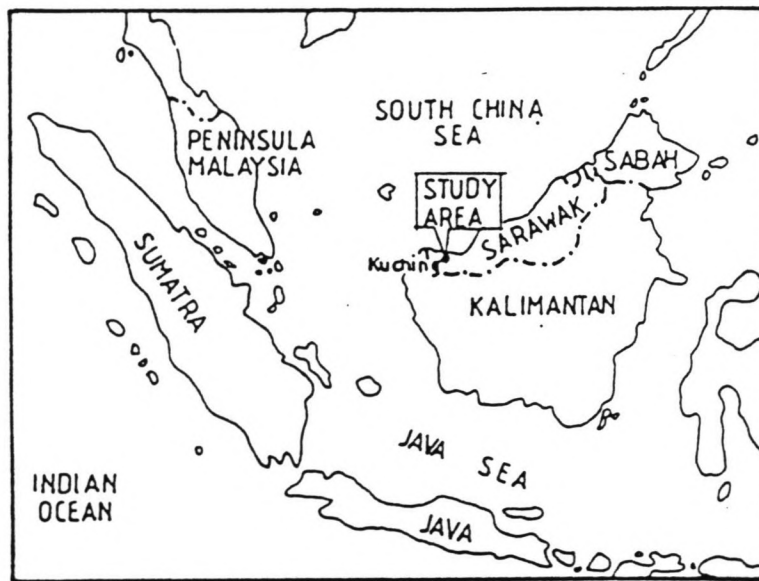
Uitgaande van drie mogelijke locatie's voor een kering is er gekeken welke van de drie locatie's het meest geschikt was en welk type afsluitmiddel het beste gebruikt kon worden. Vervolgens is er een type afsluitmiddel constructief uitgewerkt.

Het afstudeerverslag is verdeeld in drie delen.

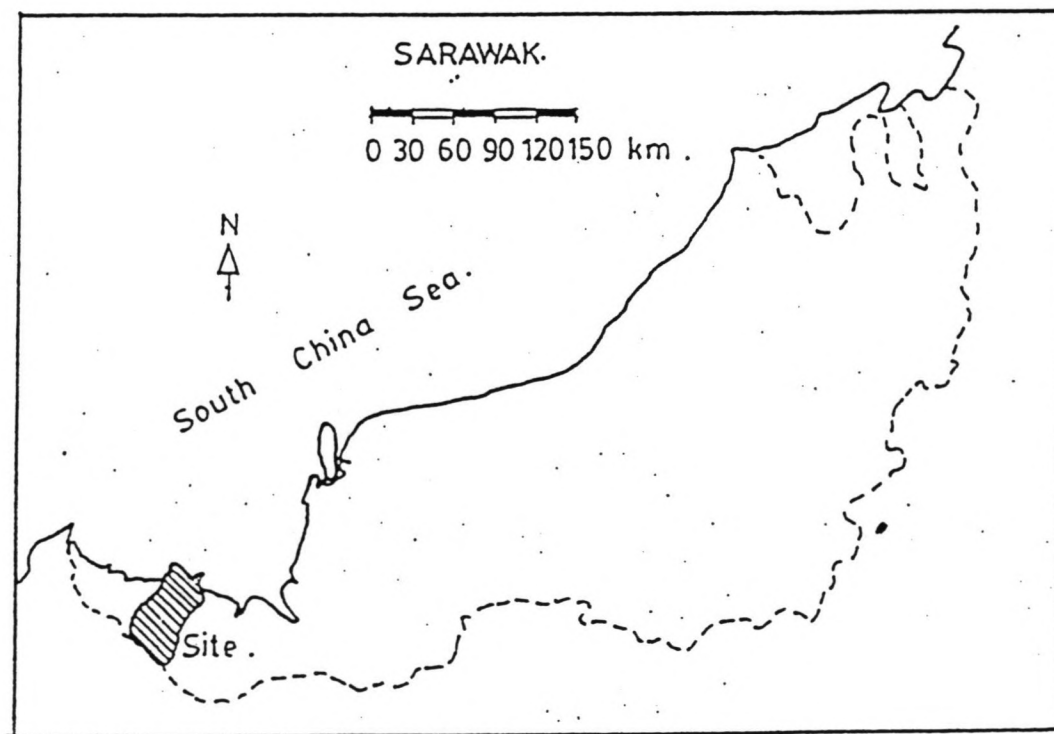
In deel I wordt het probleem beschreven. Aan de hand van een aantal criteria wordt er een globale locatiekeuze gemaakt.

In deel II van dit rapport is eerst een keuze gemaakt uit de mogelijke typen afsluitmiddelen. Daartoe zijn er eerst mogelijke afsluitmiddelen gegenereerd m.b.v. een morfologische kaart. In een aantal selectie ronden zijn de mogelijke afsluitmiddelen geselecteerd. Vervolgens is er een definitieve locatie gekozen voor de bouw van de kering. Uiteindelijk is er gekozen voor het constructief uitwerken van de roldeur met drijfkisten (oplossing II-x:a). Voor de aanvang van de constructieve uitwerking is er nog gekeken naar de bouwwijze en bouwvolgorde.

In deel III wordt de oplossing van de roldeur verder constructief uitgewerkt. In dit deel zijn de deur, de drempel, de deurkas en het landhoofd ontworpen. Verder is er gekeken naar de bouwwijze en bouwvolgorde van de kering.



figuur 1.1.1 ligging Kuching.



figuur 1.1.2 gedetailleerdere ligging Kuching.

DEEL I

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

1.1. PROBLEEMANALYSE

De stad Kuching ligt in Maleisië op het eiland Borneo. De stad ligt in het westelijk deel van Sarawak. Door de stad Kuching loopt de rivier Sungai Sarawak, zie de figuren 1.1.1 en 1.1.2. Het klimaat is er tropisch. Er heersen hoge temperaturen (gemiddeld 26°C), er is een hoge vochtigheidsgraad en er valt veel regen (gemiddeld 4000 mm. per jaar). Van deze regen valt er 60% in de regenmaanden november tot februari.

De grote rivierafvoer gecombineerd met het binnen dringende getij veroorzaken overstromingen in en rondom Kuching.

Door de steeds verdere urbanisatie van Kuching is steeds meer grondgebied nodig. Nu wordt een deel van dit grondgebied in en rondom Kuching getroffen door overstromingen.

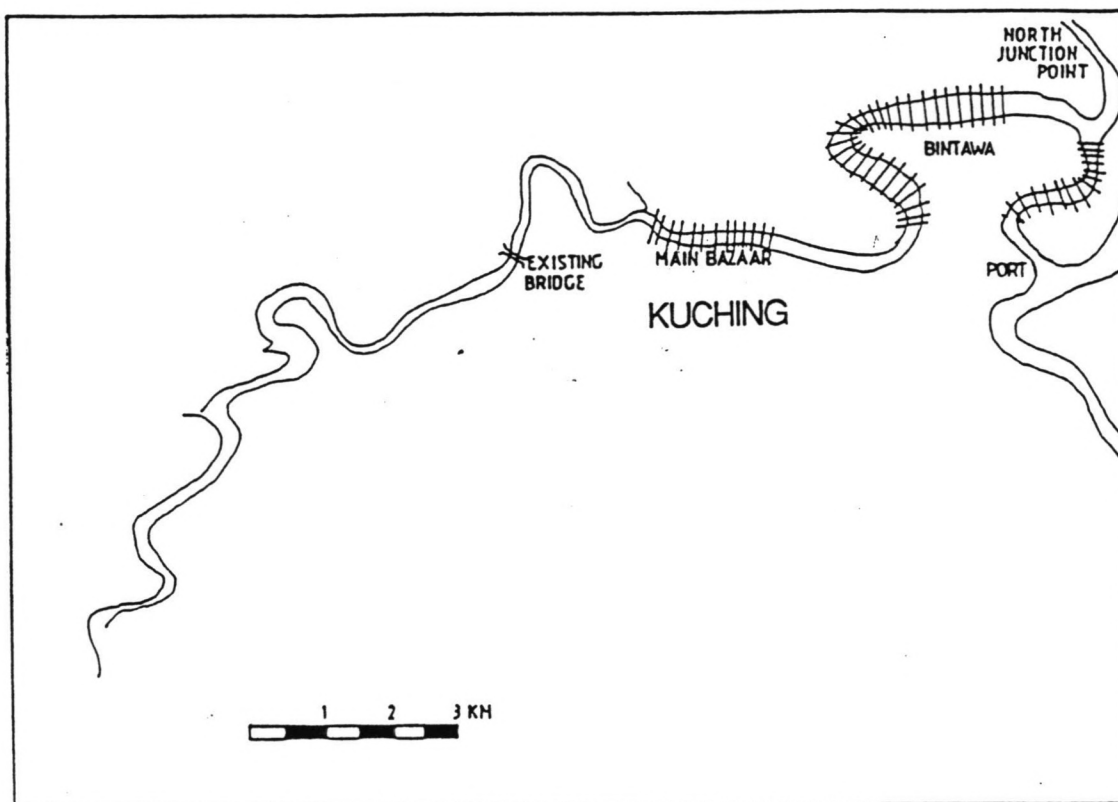
Nu is er de vraag gerezen of er een oplossing mogelijk is om de vaak optredende overstromingen tegen te gaan of te voorkomen, waardoor er meer grond beschikbaar komt voor bebouwing. Eén van de oplossingen zou een hoogwaterkering kunnen zijn, die afhankelijk van de locatie ook de zoutindringing kan verkleinen.

Een ander probleem bij de urbanisatie van Kuching is dat er slechts één brug is tussen het snel groeiende noordelijk deel en het zuidelijk deel van Kuching. Door de groei van de verkeersintensiteit is één brug niet toereikend. Er dient dus nog een tweede brug gebouwd te worden. Afhankelijk van de locatie van de hoogwaterkering en die van de nieuw te bouwen brug is het misschien mogelijk een gecombineerde hoogwaterkering-brug te bouwen.

1.2. PROBLEEMSTELLING

Het vinden van een oplossing voor de overstromingen in en rondom Kuching.

- het vinden van de meest geschikte locatie (uit de drie gegeven mogelijkheden).
- het vinden en uitwerken van een constructieve oplossing voor het overstromingsprobleem.
- het vinden van een locatie voor een nieuwe brug.



figuur 1.4.1 mogelijke locatie's voor een hoogwater kering.

- onderzoeken of de nieuw te bouwen brug te combineren is met een hoogwaterkering.

1.3. DOELSTELLING

- Het vinden van een oplossing voor het gestelde probleem.
- Het bepalen van een type kunstwerk en het uitwerken hiervan dat voldoet aan de omgevings-, beheers- en gebruikseisen.

1.4. UITGANGSPUNTEN

- prioriteit: 1) hoogwaterkering 2) brug 3) zoutindringing.
- locatie van de nieuw te bouwen brug is van ondergeschikt belang.
- de overstromingen kunnen verminderd worden door een hoogwaterkering op de volgende drie locatie`s, zie figuur 1.4.1:
 - 1) Main Bazaar
 - 2) Bintawa
 - 3) Port.
- totale dijkverhoging wordt niet bekeken, bij locatiekeuze worden wel de aanpassingswerken aan de dijken bekeken.
- onderzoek naar de hoogwaterkering staat centraal.

HOOFDSTUK 2. INLEIDING

In opdracht van het Ministerie voor Infrastructuur Ontwikkeling van de staat Sarawak voert het raadgevende ingenieursbureau Witteveen en Bos een haalbaarheids studie uit. Deze haalbaarheids studie heeft tot doel om te onderzoeken of het economisch mogelijk is om d.m.v. de bouw van een kering het aantal overstromingen in en rondom Kuching te verminderen. Hierdoor zou er o.a. land beschikbaar komen voor bebouwing.

In het Inception Report van deze haalbaarheids studie komen drie locatie's naar voren die geschikt zijn voor de bouw van een hoogwaterkering. Deze hoogwaterkering kan eventueel gecombineerd worden met een nieuw te bouwen brug.

Deze drie locatie's liggen in het gebied tussen de brug in Kuching en Pending Point, gelegen benedenstrooms van de stad Kuching.

De eerste locatie ligt nog in de stad Kuching en wordt voortaan de locatie Main Bazaar genoemd. Deze locatie ligt tussen kilometeraai 4.5 en 7.0, zie figuur 2.1. Vooral aan de zuidkant van de rivier is hier bebouwing.

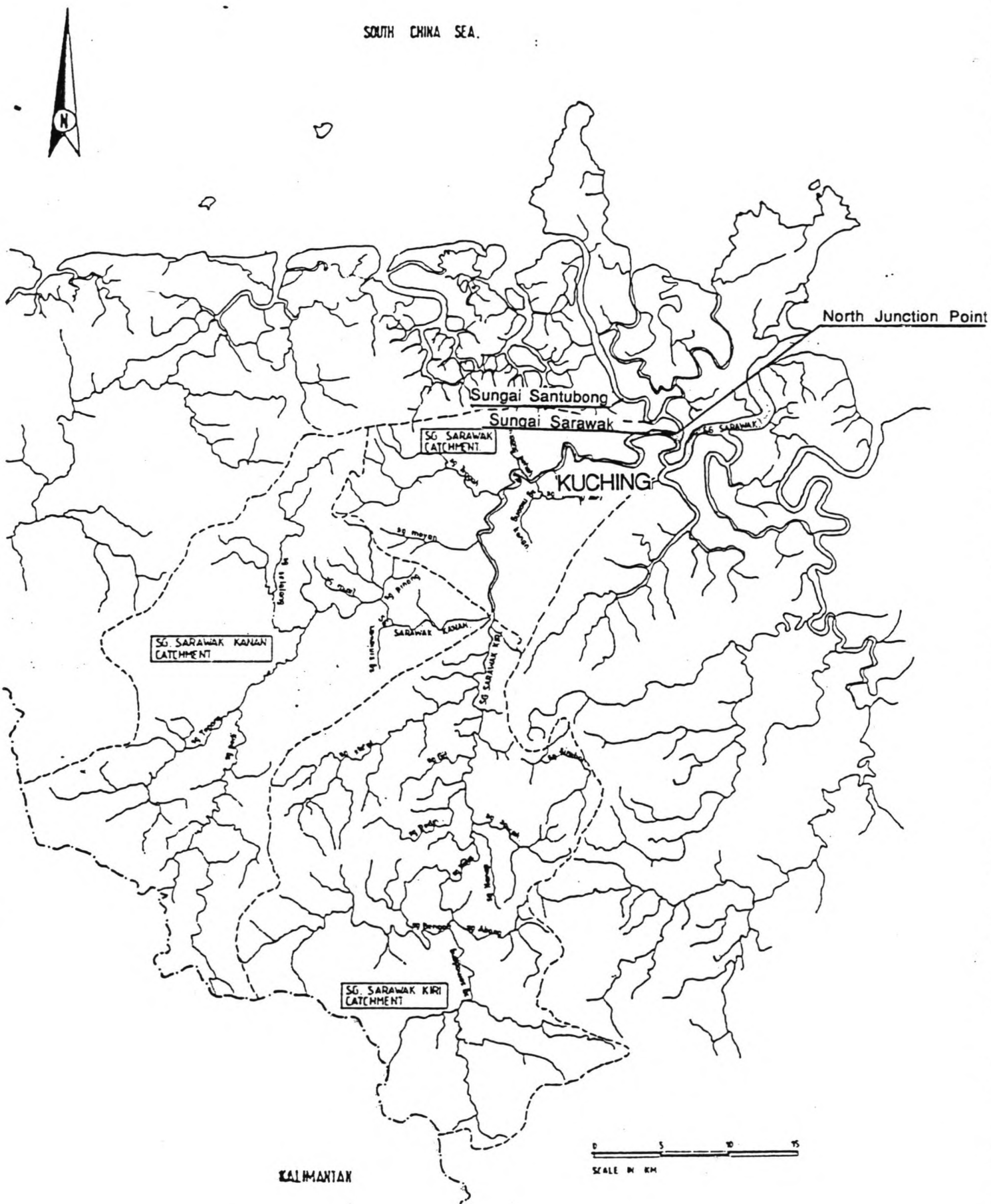
De tweede locatie ligt verder benedenstrooms van Kuching. Deze locatie ligt langs een groot deel van het industriegebied van Kuching. Deze locatie heeft de naam Bintawa gekregen en ligt tussen kilometeraai 9 en 14.5, zie figuur 2.1.

De derde locatie ligt benedenstrooms van North Junction Point, het splitsingspunt van de Sungai Sarawak en Sungai Santubong. Ook deze locatie ligt langs een industriegebied. Deze locatie wordt Port genoemd. Deze locatie ligt tussen kilometeraai 15 en 17, zie figuur 2.1.

2.1. DE RIVIER SUNGAI SARAWAK

In het bergachtige gebied in het zuidwesten van Sarawak ontspringen vele rivieren. Twee hiervan zijn de Sungai Kanan en de Sungai Kiri. Dit bergachtige gebied vormt de grens tussen Kalimantan en Sarawak. Deze twee rivieren hebben elk een stroomgebied van ongeveer 600 km². Nabij het plaatsje Batu Kitang vloeien de twee rivieren samen waarna zij verder benedenstrooms de rivier Sungai Sarawak vormen, zie figuur 2.1.1.

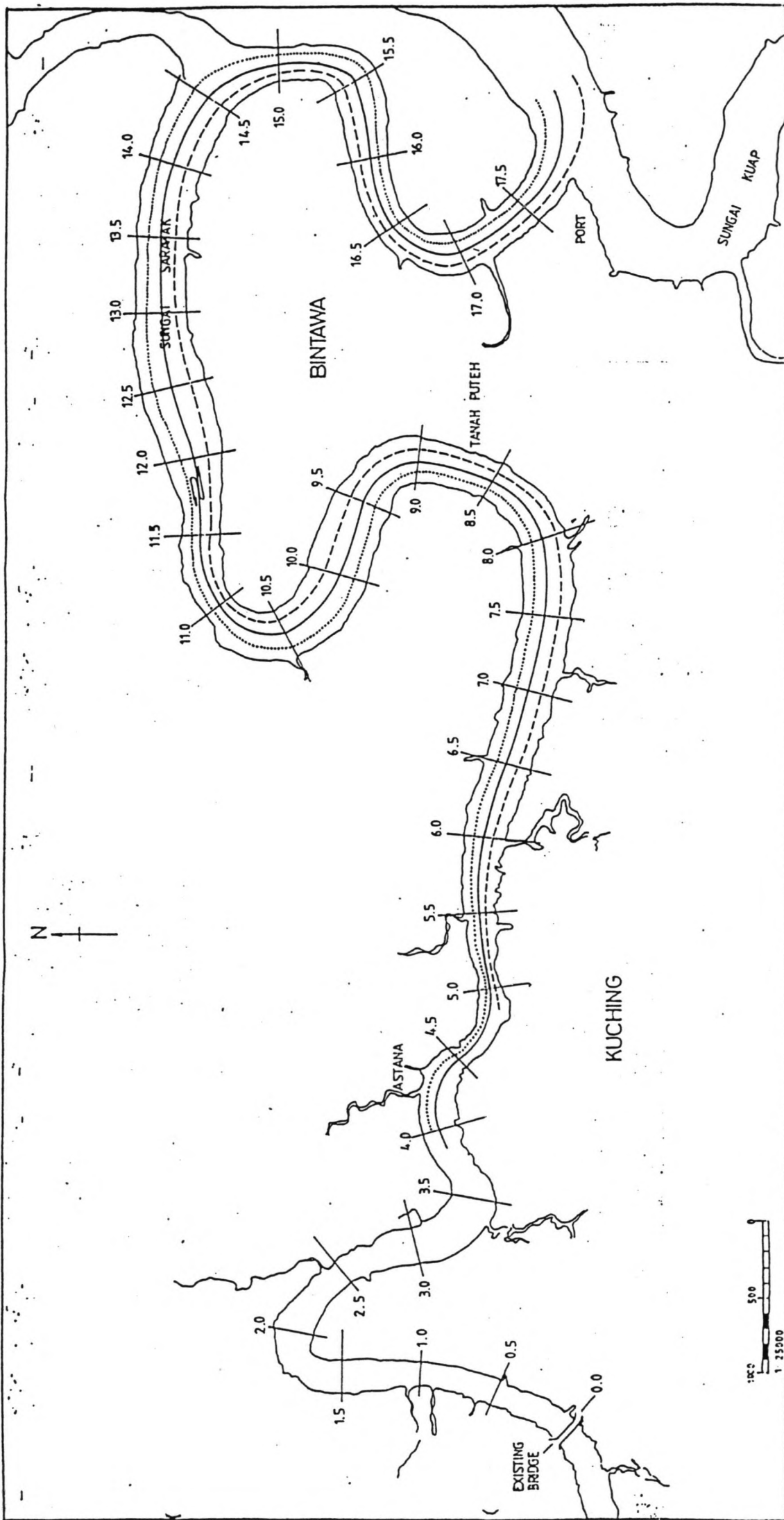
Verder stroomafwaarts stroomt de Sungai Sarawak door de stad Kuching. Benedenstrooms van Kuching splitst de rivier zich in een noordelijke tak, de getijrivier Sungai Santubong en een zuidelijke tak de Sungai Sarawak. De Sungai Sarawak blijft de



figuur 2.1.1 stroomgebied van Sungai Sarawak.

	Main Bazaar	Bintawa	Port
* Scheepvaart			
maximale lengte van schip	58.5m.	95.7m.	95.7m.
maximale breedte van schip	13.0m.	19.2m.	19.2m.
maximale diepte van schip	3.3m.	6.5m.	6.5m.
maximale hoogte van schip	20.0m.	30.0m.	30.0m.
* Rivier			
basis afvoer	85m ³ /s	85m ³ /s	85m ³ /s
ontwerp afvoer	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
opstuwing in open toestand	m.	m.	m.
opstuwing in gesloten toestand	m.	m.	m.
rivierbreedte	300m.	300-500m.	225m.
* Waterstanden			
laagste astronomische getij	0.20m.	0.20m.	0.20m.
gemiddeld zeeniveau	3.13m.	3.28m.	3.42m.
hoogste astronomische getij	5.80m.	5.85m.	5.90m.
dijkverhogingen richting Kuching			
lengte	+	±	±
moeilijkheid van aanleg	-	±	±
dijkverhoging richting de zee			
lengte	-	±	+
moeilijkheid van aanleg	-	±	±
* Tegen gaan van indringing van het getij	±	+	-
* Zoutindringing	±	+	-
* Mogelijkheid voor een brug	±	-	-
* Bouwwijze			
in den droge	-	±	-
in den natte (prefab)	-	+	±
in den droge alleen de pijlers	±	+	±

tabel 2.1 scoretabel van de verschillende locatie's.



figuur 2.2.1 scheepvaart op de Sungai Sarawak.

LEGEND:

- PASSENGER TRAFFIC ROUTE
- FREIGHT TRANSPORT ROUTE
- FISHERY TRANSPORT ROUTE

2.2. UITLEG SCORETABEL

2.2.1. Scheepvaart

De scheepvaart op de Sungai Sarawak is te verdelen in drie soorten schepen nl. vissersschepen, passagiersschepen en vrachtschepen.

De vissersschepen varen de Sungai Sarawak op tot kilometerraai 10 of tot kilometerraai 4.8, zie figuur 2.2.1. Op deze twee plaatsen bevinden zich de laad- en losfaciliteiten voor de vissersschepen. De vissersschepen die buitengaats vis vangen passeren dus alle drie de locatie's.

De passagiersschepen varen ook tot in Kuching en passeren dus ook de drie locatie's.

De vrachtschepen zijn weer in te delen naar de lading die zij vervoeren. Door deze indeling ontstaan er drie soorten lading nl. general cargo, hout en gebroken steen.

De kleinere coasters varen tot in Kuching. De grotere coasters en zeeschepen varen niet verder dan kilometerraai 8. De overslag is geconcentreerd in Tanah Puteh (kiloterraai 8.5) en in Bintawa. In Bintawa wordt general cargo maar vooral hout en stenen overgeslagen.

Tenslotte varen er nog olietankers die de olieterminal bij Port Pending aan doen (kiloterraai 17.5). Deze grote schepen varen niet verder dan Port Pending.

Over de verschillende locatie's is nu voor de scheepvaart het volgende te zeggen: voor Main Bazaar geldt dat de volgende schepen de kering moeten passeren: vissersschepen, passagiersschepen en kleine coasters. Voor Bintawa geldt dat hier alle soorten schepen passeren met uitzondering van de olietankers.

Voor Port Pending geldt dat alle schepen deze kering moeten passeren met ook hier weer de uitzondering voor de olietankers.

Ter plaatse van kilometerraai 3.8 is het enige droogdok van Kuching gesitueerd. In dit droogdok kunnen schepen met een maximale lengte van 73m. en een maximale breedte van 12.5m. gerepareerd worden.

Bij het ontwerp van een kering ter plaatse van Main Bazaar dient er dus rekening mee gehouden worden met de aanwezigheid van dit dok. Indien schepen met een lengte van 73m. en een breedte van 12.5m. de kering niet zouden kunnen passeren zou eventueel het droogdok verplaatst kunnen worden naar een locatie benedenstrooms van de kering. Deze oplossing moet dan natuurlijk goedkoper zijn dan de kosten die nodig zijn voor het vergroten van de breedte van een opening of meerdere openingen van de kering.

Met de gegevens over de waterverplaatsing van de verschillende

typen schepen zijn m.b.v. het collegedictaat K9 (maritieme techniek) de afmetingen van deze schepen bepaald. In tabel 2.2 staan de afmetingen van de verschillende schepen vermeld.

	BRT	DWT	LOA	B	D	H
vissersschepen	290	435	35	7.5	3	12.5
coasters*	885	1330	58.5	13	3.4	20
zeeschepen	3100	4650	95.7	14.5	6.5	30
bulkschepen**	3000	4500	73	19.2	3.7	10
passagiersschepen	40	60	37.5	5	0.9	12.5
* Dit zijn schepen die langs de kust varen.						
** Dit zijn schepen die stenen vervoeren.						

tabel 2.2 overzicht afmetingen van de schepen.

De in de tabel gebruikte afkortingen staan voor:

BRT = Bruto Register Ton,

DWT = Dead Weight Ton,

LOA = Lengte Over Alles in meters,

B = breedte van het schip in meters,

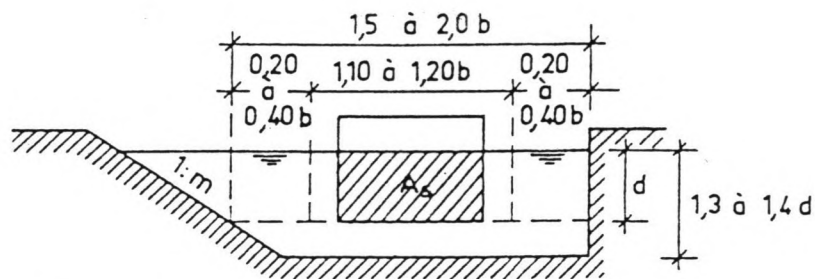
D = diepgang van het schip in meters,

H = hoogte van het schip t.o.v. de waterlijn in meters.

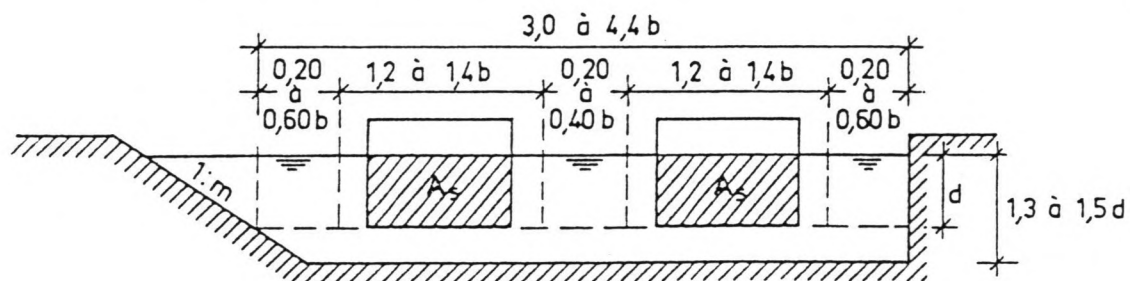
Voor elke locatie zijn nu de maatgevende afmetingen van de schepen bepaald. Alle afmetingen hoeven niet van één en hetzelfde schip te zijn.

De schepen moeten de kering kunnen passeren. Dit passeren kan op verschillende manieren gebeuren. In de normale situatie als de kering geopend is kunnen de schepen de kering gewoon passeren. Hoe de schepen door de kering varen hangt af van de vormgeving van de kering. Alle schepen kunnen bijv. door één opening varen of door twee openingen waarbij stroomopvarende schepen door de ene opening en stroomafvarende schepen door de andere opening varen of als er meer dan twee openingen zijn kan er een andere verdeling voor de passerende schepen bedacht worden.

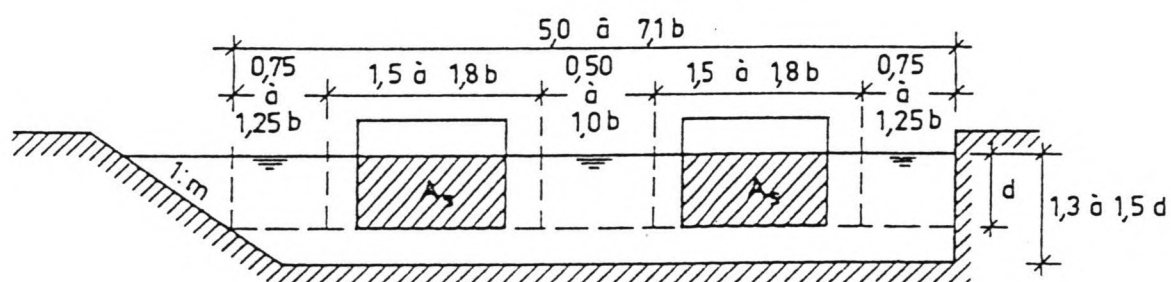
Als de kering gesloten is kunnen de schepen de kering niet meer passeren. Afhankelijk van de frequentie van sluiten en van de dan heersende omstandigheden (stroomsnelheid, wind) moet worden bekeken of een sluis naast de kering economisch haalbaar is. Als bijvoorbeeld blijkt dat bij sluiting van de kering er geen



Enkelstrooksvaarweg binnenscheepvaart



Tweestrooksvaarweg binnenscheepvaart



Tweestrooksvaarweg zeescheepvaart

figuur 2.2.2 normen voor het dwarsprofiel.

scheepvaart meer mogelijk is hoeft er geen sluis aangelegd te worden. Er kunnen dan eventueel aanlegplaatsen gebouwd worden waar de schepen kunnen afmeren om te wachten tot de rivier weer bevaarbaar is.

Voor de bepaling van de breedte van de doorvaartopening van de kering is eerst de situatie bekeken waarbij de stroomop- en stroomafvarende schepen ieder door een eigen opening varen. In het diktaat 'binnenscheepvaart en scheepvaartwegen' behorende bij het vak f 12N staan afmetingen gegeven voor de breedte van een kanaal. Deze breedte is ook aangehouden voor de breedte van een doorvaartopening van de kering. Uitgaande van de grootste breedte wordt er gekomen tot een totale breedte van $1.25b + 1.8b + 1.25b = 4.3b$ voor een enkelstrooksvaarweg, zie figuur 2.2.2. De b is hier de breedte van het schip. Deze breedte is zonder windtoeslag. Voor de optredende wind is hier ook nog eens een extra breedte noodzakelijk van $1b$. Er is hier uitgegaan van de grootste breedte en van een normaal bakprofiel.

De totale breedte van een doorvaartopening wordt dan $5.3b$. De breedte van de kering wordt dan $2 \cdot 5.3b + 3 \cdot$ de breedte van een pijler ().

Als de stroomop- en stroomafvarende schepen door één opening varen wordt de breedte $1.25b + 1.8b + 1b + 1.8b + 1.25b = 7.1b$. Hierbij komt dan ook nog de windtoeslag van $1b$, zodat de totale breedte $8.1b$ wordt.

Voor de vaardiepte staan in het bovengenoemde diktaat richtlijnen voor de diepte gegeven. Er is hier voor de maximale diepte van $1.5d$ gekozen omdat door een kleinere diepte de bestuurbaarheid van het schip kleiner zou worden, en zo de kans op een aanvaring met de kering of andere schepen vergroot zou worden.

Bij Main Bazaar passeren vissersschepen, passagiersschepen en kleine coasters. De grootste breedte van deze schepen is $13m$. Dit geeft dus een breedte van $105m$. voor één doorvaartopening en een breedte van $70m$. voor twee doorvaartopeningen. Bij een pijlerbreedte van $15m$. wordt de totale breedte van de kering bij twee doorvaartopeningen $15m. + 70m. + 15m. + 70m. + 15m. = 185m$.

Voor de vaardiepte is de maatgevende diepgang van het schip $3.3m$. Dit geeft een benodigde vaardiepte van $5m$.

De vrije doorvaarthoogte is $20m$.

Bij Bintawa passeren niet alleen de vissersschepen, passagiersschepen en kleine coasters maar ook grote (zeegaande) coasters. Hier wordt de breedte van de doorvaartopening $136m$. als er slechts één opening aanwezig is en $102m$. als er twee openingen aanwezig zijn.

De vaardiepte wordt hier $9.75m$. De doorvaarthoogte wordt $30m$.

Bij Port passeren de zelfde schepen als bij Bintawa zodat de afmetingen dan ook identiek zijn aan de afmetingen voor de kering

in Bintawa.

Bij het vastlopen van een schip in de rivier vlak voor de kering kan het vastgelopen of onbestuurbaar drijvend schip voor de kering draaien t.g.v. stroming of wind en zo de kering afsluiten. Als de opening van de kering groter is dan de lengte van het schip kan het schip de kering nooit afsluiten. Het schip zal dan ook over dwars de kering kunnen passeren.

Bij Main Bazaar is de lengte van grootste schip 58.5m. De breedte van de opening moet dus groter zijn dan 58.5m. opdat een schip niet de opening van de kering kan blokkeren. Zowel bij één opening als bij twee openingen is de breedte van de opening groter dan 58.5m. dus hier zal een schip nooit de kering kunnen afsluiten.

Bij Bintawa is de lengte van het grootste schip 95.7m. Bij twee openingen is de breedte van één opening 102m. Hier hoeft dus ook de kering niet verbreed te worden om afsluiting van de doorvaartopening te voorkomen.

Bij Main Bazaar is de rivier ongeveer 300m. breed. Als er gekozen wordt voor één doorvaartopening blijft er nog 200m. van de rivier over die ook afgesloten moet worden d.m.v. een kering. Als de zijkanten naast de doorvaartopening in één keer door een kering worden afgesloten ontstaat eigenlijk een kering met drie doorvaartopeningen. De middelste opening is de opening waardoor de grote schepen de kering passeren. Het is echter waarschijnlijk goedkoper om deze zijkanten niet door één kering af te sluiten maar door meerdere kleinere, bijv. twee openingen van 50m.

Bij twee doorvaartopeningen blijft er naast de twee openingen met de bij behorende pijlers nog ongeveer 115m. van de rivier over die nog niet afgesloten is. Dat is aan weerszijden ongeveer 60m. Dit kan in één keer worden afgesloten door een kering. Het resultaat is dan een kering met vier doorvaartopeningen.

Als er gekozen wordt voor één doorvaartopening komt er naast deze opening één grote of twee kleinere keringen om de rest van de rivier af te sluiten. Bij de keuze van twee doorvaartopeningen komen er aan weerszijden van de doorvaartopening nog keringen bij en komen er vier openingen.

De definitieve keuze over de grootte van de doorvaartopeningen en aantal doorvaartopeningen wordt uit gesteld tot na de keuze van de locatie.

Er zijn over de grootte en aantal van de openingen wel een aantal algemene dingen te zeggen:

de kosten van de keringen zullen voor extreem grote overspanningen erg hoog zijn. Voor veel kleine keringen met een kleine overspanningen zullen de kosten ook erg hoog zijn, o.a. door het grote aantal pijlers wat gebouwd moet worden. De kosten zullen tussen deze twee uitersten ergens een minimum vertonen.

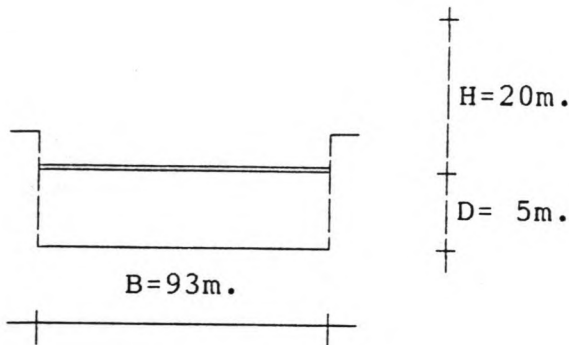
Hoe kleiner de overspanning wordt des te meer pijlers er in de rivier geplaatst moeten worden. Deze pijlers vormen obstakels in de rivier waardoor opstuwning kan optreden. Ook kan er om en tussen de pijlers drijvend vuil blijven hangen. Dus hier geldt hoe minder pijlers hoe beter.

En voordeel van een aantal kleinere keringen is de nauwkeuriger regeling van de afvoer en waterstand.

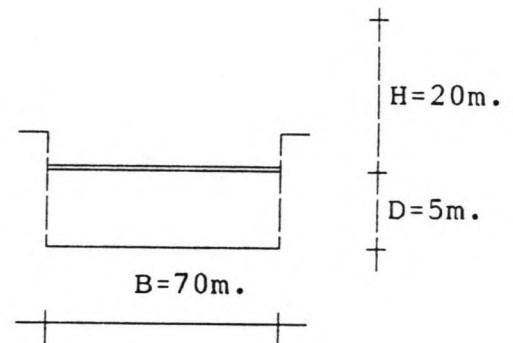
Samengevat worden de afmetingen van het doorvaartprofiel voor de drie locatie's als volgt:

- Main Bazaar:

één doorvaartopening

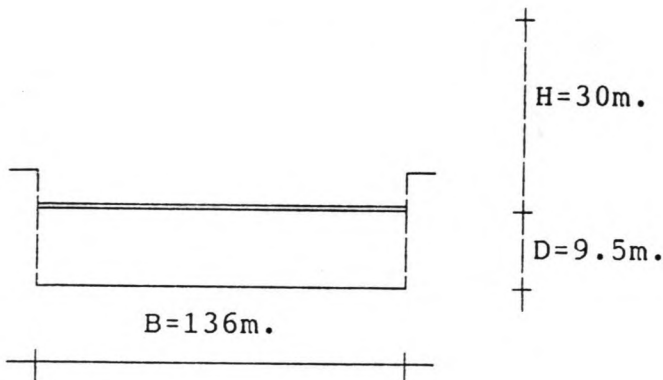


meerdere doorvaartopeningen

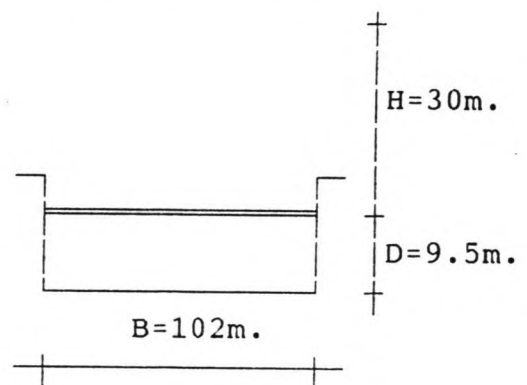


- Bintawa en Port:

één doorvaartopening



meerdere doorvaartopeningen



2.2.2. Rivier

Het klimaat in west Sarawak is tropisch, met een constante temperatuur, een hoge vochtigheid en veel regen. De regenperiode begint in november en duurt tot het einde van maart. Deze regenperiode is tijdens de noord- oost moesson.

De basis afvoer van de rivier is ongeveer $85\text{m}^3/\text{s}$. De ontwerp afvoer is op dit moment nog niet bekend.

Door het sluiten van de kering zal het rivierwater worden tegen

gehouden en zal de kering als stuw gaan functioneren. De hoogte van de opstuwing hangt af van: het tijdstip van sluiten, de dan aanwezige waterstand, grootte van de rivieraafvoer, grootte van de bergingscapaciteit aan weerszijden van de kering, duur van de sluiting en mogelijkheid van tussentijds lozen. Een orde van grootte van de opstuwing kan nog niet gegeven worden. De opstuwing als de kering geopend is ontstaat doordat plaatselijk het stroomprofiel verkleind wordt door de kering. De grootte van deze opstuwing zal waarschijnlijk niet al te groot zijn.

2.2.3. Waterstanden

De waterstanden in tabel 2.1 zijn t.o.v. Chart Datum. Voor de waterstanden in Kuching en Pending Point geldt dat ze bekend zijn. Voor de waterstanden op de locatie's Main Bazaar en Port is er gebruik gemaakt van deze gegevens. Voor Bintawa waren geen gegevens direct beschikbaar. Voor Bintawa zijn de gegevens van Kuching en Pending Point gemiddeld.

Voor een compleet overzicht van de optredende waterstanden bij de drie locatie's ten gevolge van het getij volgt onderstaande tabel 2.3.

MSL (m.)	MAIN BAZAAR	BINTAWA	PORT
HAT	2.7m.	2.75m.	2.8m.
MHHW	1.6m.	1.85m.	2.1m.
MLHW	1.3m.	1.20m.	1.1m.
MSL	0m.	0.15m.	0.3m.
MHLW	-0.9m.	-0.85m.	-0.8m.
MLLW	-1.9m.	-1.85m.	-1.8m.
LAT	-2.9m.	-2.90m.	-2.9m.
waterstanden t.o.v. M.S.L. in Kuching.			

tabel 2.3 optredende waterstanden.

HAT : hoogste astronomische getij
MHHW : gemiddeld hoog hoogwater
MLHW : gemiddeld laag hoogwater
MSL : gemiddeld zeeniveau
MHLW : gemiddeld hoog laagwater
MLLW : gemiddeld laag laagwater
LAT : laagste astronomische getij

Door de opstuwing ten gevolge van de rivierafvoer bij een gesloten kering zal er bovenstrooms van de kering een dijkverhoging moeten plaats vinden. Bij de dijkverhoging spelen een aantal zaken een rol, zoals de lengte waarover dijkverhoging moet plaats vinden en de benodigde hoogte van de dijkverhoging. Concrete getallen over de lengte en hoogte van de dijken kunnen op dit moment niet geven worden aangezien daar gegevens voor ontbreken.

2.2.4. De lengte waarover de dijk moet worden aangelegd.

Voor Main Bazaar geldt dat de dijken slechts tot even bovenstrooms van Kuching hoeven worden doorgezet omdat daar toch geen bebouwing of iets dergelijks staat wat niet onder water mag lopen.

Bij een kering ter hoogte van Bintawa zullen de dijken verder moeten worden doorgezet. Het gebied tussen Bintawa en Kuching mag eigenlijk niet overstromen, o.a. door de economische waarde van dit gebied.

Bij een gesloten kering in Port is het aangeven van de lengte van de dijkverhoging moeilijk omdat het rivierwater afgevoerd kan worden via de rivier de Sungai Santubong. In hoeverre langs deze rivier dan dijkverhogingen moeten plaats vinden is moeilijk te zeggen. Een ander punt wat hierbij speelt is dat het getij als nog kan binnen dringen via de Sungai Santubong.

De precieze lengte en hoogte van de dijkverhogingen is afhankelijk van de factoren die reeds onder het punt rivier staan vermeld.

Betekenis van +, ± en -: + kortere lengte waarover dijkverhoging nodig is. Met de moeilijkheid van aanleggen wordt eigenlijk de beschikbare ruimte om te bouwen bedoeld. In de stad Kuching is weinig ruimte om tot dijkverhoging over te gaan. Dit geldt voor andere locatie's in mindere mate. De aanpassingen die nodig zijn aan drainage afvoeren, inlaten en uitlaten zijn niet meegenomen bij deze afweging omdat hierover te weinig gegevens zijn.

- Dijkverhoging richting de zee. Bij de locatie Main Bazaar zal er over een lange lengte dijkverhoging nodig zijn. Over de lengte van de dijkverhoging bij de andere twee locatie's is wat moeilijker iets te zeggen. Doordat het getij via Sungai Santubong ook

nog binnen komt is moeilijker te voorspellen hoe hoog de waterstand wordt. Overstromingen benedenstrooms van North Junction Point op de Sungai Santubong hoeven geen hinder te geven omdat daar geen bebouwing aanwezig is. Voor de moeilijkheid van aanleg geldt hetzelfde verhaal als bij de dijkverhoging richting Kuching.

2.2.5. Tegengaan van de indringing van het getij

De afstand waarover het getij doordringt op de rivier de Sungai Sarawak hangt af van de grootte van de rivierafvoer. Hoe groter de rivierafvoer hoe kleiner de afstand is waarover het getij binnendringt.

-Main Bazaar. Bij een steeds grotere rivierafvoer wordt de indringing van het getij steeds kleiner. De invloed van het getij wordt bij Main Bazaar steeds kleiner naarmate de rivierafvoer steeds groter wordt. Als op deze locatie een kering geplaatst zou worden zal de indringing van het getij slechts weinig beperkt worden. Dit komt omdat het getij niet veel verder binnen dringt dan de brug in Kuching (de precieze plaats hangt af van de grootte van de rivierafvoer en het getij).

-Bintawa. Tot deze locatie dringt het getij bijna altijd door. Zodat de plaatsing van een kering hier terdege het getij kan keren. Ook hier geldt dat de indringing van het getij bij zeer grote rivierafvoeren sterk wordt gereduceerd.

-Port. Voor deze locatie geldt ook dat het getij bijna altijd tot hier binnendringt. Bij een kering op deze plaats kan het getij alsnog binnendringen via de Sungai Santubong bij North Junction Point. Dit komt omdat de Sungai Santubong ook een getij rivier is. Hierdoor valt deze locatie af omdat de indringing van het getij niet verhinderd wordt en er dus toch nog overstromingen kunnen plaats vinden in en rondom Kuching. Een ander punt bij het tegen gaan van de indringing van het getij is dat het water niet elke getijperiode ververscht wordt. Hierdoor kan bovenstrooms van de kering, indien die enige tijd gesloten blijft, vervuiling van het water optreden.

2.2.6. Zoutindringing

De zout indringing hangt samen met de indringing van het getij. De redenering die gehouden is bij de indringing van het getij geldt ook voor de zoutindringing.

2.2.7. Mogelijkheid voor een brug

De noodzaak voor een brug, die de ene oever met de andere oever verbindt, is voor de locatie's Bintawa en Port niet of nauwelijks aanwezig. Door deze brug zou dan een bewoond deel met een zelfs in de toekomst ook nog onbewoond deel verbonden.

Indien de kering bij Main Bazaar gebouwd zal worden is de kering evt. te combineren met een brug. Hier worden twee stadsdelen met elkaar verbonden.

2.2.8. Bouwwijze

Bij het bouwen van een kering in den droge moet er ruimte zijn om een deel van de rivier af te sluiten. Dit afsluiten moet wel mogelijk kunnen zijn i.v.m. de aanwezige ruimte, de verhoogde stroomsnelheden, die optreden bij vernauwing van het stroomprofiel en het overblijvende doorvaartprofiel moet voldoende groot zijn.

Bij Main Bazaar is de rivier ongeveer 300m. breed. Om hier een deel van de rivier af te sluiten voor het maken van een bouwput kan problemen geven met de dan optredende stroomsnelheden en de optredende opstuwings. Deze problemen spelen vooral als de rivier voor een deel is afgesloten in een periode van hoge afvoeren.

Ter hoogte van Bintawa is de rivier een stuk breder (tussen de 300m. en 500m.). Hierdoor zal een gedeeltelijke afsluiting minder problemen geven. Het overblijvende doorvaartprofiel zal groter zijn en de stroomsnelheden zullen niet zo veel toenemen.

Bij Port spelen de zelfde problemen als bij Main Bazaar. Alleen is hier de scheepvaart intensiteit groter en zijn de schepen, die de bouwput moeten passeren, groter. Dit stelt zwaardere eisen aan het doorvaartprofiel en de optredende stroomsnelheden.

Bij het bouwen in den natte zal een deel van de kering geprefabriceerd moeten worden en een deel zal in het werk gemaakt moeten worden. Bij deze bouwwijze zal er veel gebruik gemaakt worden van prefab elementen die elders gemaakt zijn. Deze elementen moeten in een droogdok of elders op het land gemaakt worden, waarna de grote elementen drijvend getransporteerd worden. Bij de kering moeten de elementen dan afgezonken of geplaatst worden.

Deze wijze van bouwen kan voor alle drie de locatie's toegepast worden. Het enige probleem zou het vinden van een geschikte bouwplaats voor de prefab elementen kunnen zijn.

Qua hinder voor de scheepvaart is de locatie Main Bazaar het meest geschikt omdat hier de scheepvaartintensiteit het laagst is.

Bij de derde methode van bouwen worden alleen de pijlers in den droge gebouwd, op ongeveer de zelfde wijze als de Thames Barrier

in Londen. Bij deze wijze van bouwen wordt het doorvaartprofiel slechts voor een klein deel versmald wat gunstig is voor de optredende stroomsnelheden. Ook de hinder voor de scheepvaart wordt hierdoor tot een minimum beperkt.

2.3. KEUZE VAN LOCATIE

Doordat bij een kering bij Port de indringing van het getij niet wordt tegen gegaan valt deze locatie af.

Nu moet uit de twee overgebleven locatie's gekozen worden. Bij het vergelijken van beide locatie's valt Bintawa in positieve zin op. Door de grotere breedte daar wordt het bouwen van de kering gemakkelijker. Een nadeel van deze locatie is de grotere kering (wegens de grotere breedte) wat de kosten van de kering zal verhogen. Een ander nadeel is dat de bouw van een brug daar niet zinvol is.

Ook de dijkverhogingen bij Bintawa zullen makkelijker uit te voeren zijn. Door de verder benedenstroomse ligging van Bintawa zal het getij beter worden tegen gehouden.

Uit de scoretabel volgt dat Bintawa de geschiktste locatie voor de bouw van een kering is.

HOOFDSTUK 3. VERVOLGFASE

De komende tijd zal verder gegaan worden met een precieze locatie te vinden voor de kering in Bintawa. De kering komt te liggen tussen kilometerraai 9 en 14.5.

Verder zullen de randvoorwaarden voor de kering moeten worden opgesteld, zoals welke combinatie van getij en afvoer geeft de maatgevende waterhoogten en afvoeren, wat wordt het te keren verval (één- of tweezijdig keren), wat is de maximaal toegestane stroomsnelheid, hoeveel kleiner mag het doorstroomprofiel worden etc.

Als de precieze locatiekeuze eenmaal gemaakt is begint het eigenlijke ontwerp van de kering. Er wordt dan getracht de volgende zaken te bekijken:

- constructief ontwerpen van kering. Welke type afsluiting (deur, klep). Grove dimensionering van de kering.
- ontwerpen van een aantal alternatieven (stuk of vier). De alternatieven worden redelijk uitgebreid uitgewerkt: pijler grootte, doorstroom-oppervlak e.d. moeten bekend zijn.
- Deze alternatieven doorrekenen m.b.v. een computermodel om zo

het waterstandsverloop op de rivier te bekijken. Keuze van alternatief.

- Met gekozen alternatief sluitingsstrategie bepalen m.b.v. computerberekeningen voor verloop van de waterstand.



2