54e JAARGANG
NUMMER 40

DE INGENIEUR

6 OCT. 1939
B. 157

B. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE 11.

INHOUD: Bijdrage tot een beter begrip van eenige markante eigenschappen der Gele Rivier, door ir. H. VAN DER VEEN. — Korte technische berichten. De haven van Los Angeles en Long Beach. Plannen betreffende het Domplein in Milaan.

Bijdrage tot een beter begrip van eenige markante eigenschappen der Gele Rivier

door

ir. H. VAN DER VEEN.
Oud-adviseur der Chineesche Regeering.

Inleiding.

Volgende mededeelingen zijn min of meer te beschouwen als een aanvulling van hetgeen schrijver onder den titel „Een en ander over de Gele Rivier of Huang Ho" in *De Ingenieur* van 1934 publiceerde aan de hand van persoonlijke waarnemingen, gecombineerd met een studie van de over dit onderwerp bestaande literatuur, waaronder in de eerste plaats het Memorandum over de Gele Rivier van FIJNJE VAN SALVERDA genoemd dient te worden. Over serieuze door nauwkeurige metingen verkregen gegevens werd toen nog niet beschikt. Gelukkig werd echter sindsdien door de Chineesche regeering een ernstige hydraumetrische studiedienst opgericht onder de bekwame leiding van een Noorsch ingenieur, den heer SIG. ELIASSEN, dien schrijver het genoegen heeft gehad gedurende een tiental jaren als zijn rechterhand te mogen beschouwen. De bevindingen van den heer ELIASSEN werden door dezen, in samenwerking met een Amerikaansch ingenieur J. O. TODD, onlangs gepubliceerd en wel in het Decembernummer van *„the Proceedings, American Society of Civil Engineers, Vol. 64, Nr. 10"* onder den titel *„Yellow River Problem"*. Ingenieur TODD was vele jaren verbonden aan de „Chinese International Famine Relief Commission" en had als zoodanig veel met de Gele Rivier te maken.

Beknopte bespreking der onderzoekingen.

De bedoeling is in volgende regelen slechts de meest frappante gevallen te behandelen, o.a. die, welke in schrijvers artikel van 1934 bij gebrek aan gedocumenteerde gegevens misschien als hypothesen konden worden aangeduid. Het lezen van bovengenoemde „Proceedings" in zijn geheel, welke veel interessants bevatten, wordt dan ook ten zeerste aanbevolen.

Ter betere oriënteering wordt verwezen naar de hierbij geproduceerde kaart (fig. 1) van dat gedeelte van China, waarin het stroomgebied der Gele Rivier is gelegen. Wat zeker zal opvallen is de enorme om het Noorden loopende bocht. Deels gebaseerd op geologische gegevens, schijnt het vermoeden gerechtvaardigd te zijn, dat de rivier, na in het meest noordelijk gedeelte van de bocht een Oostelijke richting te hebben aangenomen, dezen koers onveranderd tot aan zee vervolgde om ergens in de nabijheid van Tientsin in de Golf van Chihli uit te monden. De tegenwoordige loop, waarvan fig. 2 een lengte profiel te zien geeft vanaf Paotou, zou geologisch gesproken nog betrekkelijk jong zijn. Deze veranderde loop wordt toegeschreven aan het werken van de hoogvlakte tusschen de Shansi bergen en de bergketen ten westen van de groote bocht, waardoor het Noorden omhoog kwam, het zuidelijk gedeelte daalde en de rivier zich uiteindelijk bij Shanchow een weg door de

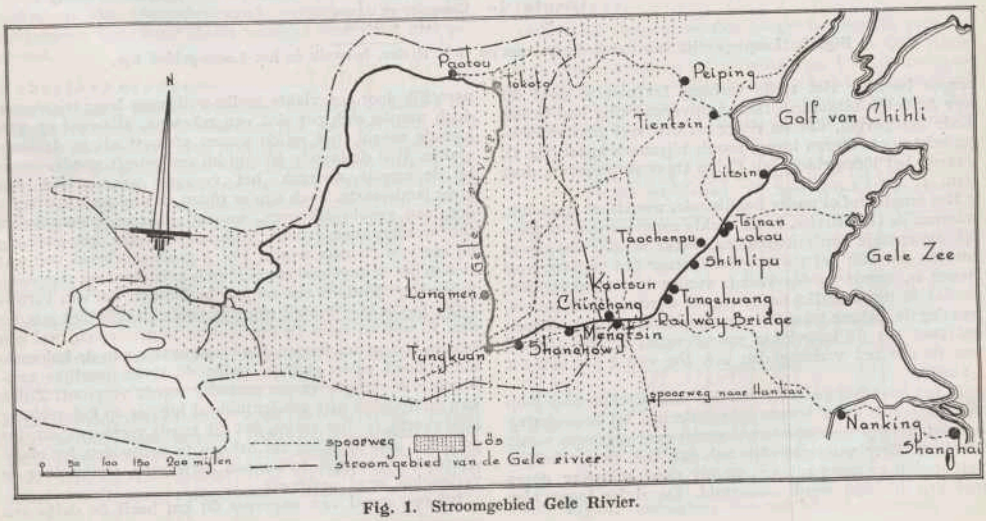


Fig. 1. Stroomgebied Gele Rivier.

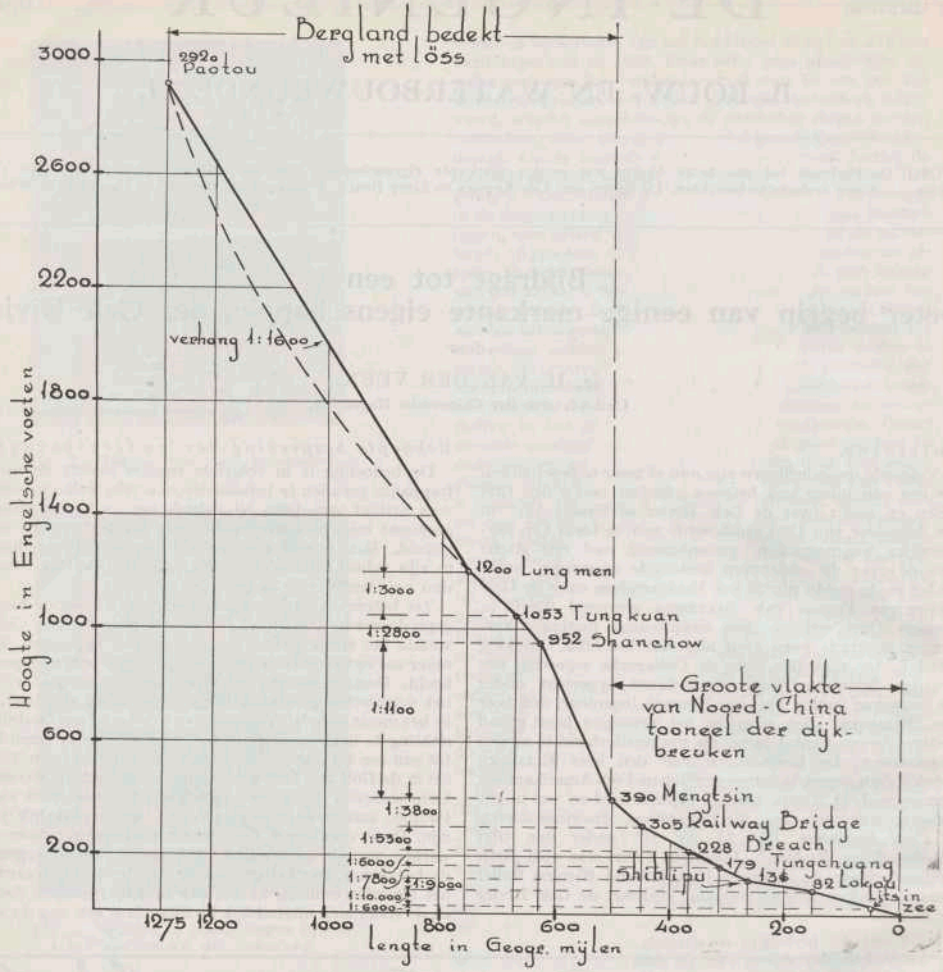


Fig. 2. Lengteprofiel van dat gedeelte van de Gele Rivier, hetwelk in het Loess-gebied ligt.

bergen baande. Het steile verhang ter plaatse doet dit zeer duidelijk uitkomen. Deze loopverandering had helaas mede het gevolg, dat de rivier nu een veel grooter loessgebied te ontwateren kreeg, zooals bijgaande kaart (fig. 1), waarop het loessgebied van China staat aangegeven, doet zien.

Het lengteprofiel nader bekijkende, wordt het duidelijk, waarom de Gele Rivier, in de vlakte aangekomen, onmogelijk die energie kon ontwikkelen, welke noodig was om al het slib, dat van het stroomgebied, waar het verhang veel steiler is, wordt medegevoerd, verder te transporteeren, zoodat de rivier beslist onderworpen werd aan het proces, waarbij de natuur tracht een evenwichtstoestand te doen ontstaan. In de laagvlakte neemt vanaf korten afstand van de zee het verhang dan ook toe van 1 : 10.000 tot 1 : 3800.

In het bovenste gedeelte van den hier beschouwden loop zijn de eerste twee hoogtecijfers slechts bij benadering bekend, terwijl daartusschen nog niet over gegevens wordt beschikt. Zeer waarschijnlijk zal dan ook de werkelijke verhanglijn er meer uitzien, zooals door schrijver dezes met een bloklijn werd aangeduid. De rivier loopt hier namelijk door een vlakte, welke weliswaar hoog is gelegen doch waarin zich per slot van rekening, alhoewel op verkleinde schaal, het zelfde proces afspeelt als in de laagvlakte. Wat de laatste 40 mijl bij zee betreft wordt, zooals bij de meeste rivieren, het verhang weer steiler dan meer landwaarts. Toch zijn er tijden, vooral na lange perioden van groote afvoeren, waarbij enorme hoeveelheden slib worden meegevoerd, gedurende welke het verhang bij zee veel flauwer wordt. Fig. 3 geeft een beeld van wat zich in het deltagebied afspeelt en is gebaseerd op gegevens, welke een tijdsduur van 66 jaar beslaan en wel van 1870—1936. In dit kort bestek werd de laagwaterlijn niet minder dan 12 mijl of ruim 18 km zeewaarts geschoven, wel een bewijs, hoe op den langen duur ten gevolge van de kolossale hoeveelheid vaste stoffen, welke de rivier jaarlijks aanbrengt, de lengte ervan gestadig wordt vergroot. Zulks kan uiteindelijk niet zonder invloed blijven op het verhang landwaarts, in dier voege, dat dit wordt verflauwd en dus de rivier haar bedding zal hebben te verhoogen, ten einde daardoor de energie te kunnen herwinnen, welke door de verlenging werd verspeeld.

Bij een straal van ongeveer 60 km heeft de delta een

frontlengte van ten naastenbij 90 km. Uitgaande van deze afmetingen en de toestanden van 1870 en 1937 vergelijkende, kan bij benadering de totale hoeveelheid slib, welke zich in het deltagebied afzette, becijferd worden op ruim 30.000.000.000 m³. Vanzelfsprekend voerde de rivier veel meer af, want een aanzienlijk percentage zal wel verder in zee zijn terecht gekomen. Volgens de gegevens, door ir. ELIASSEN verzameld, voert de Gele Rivier gemiddeld per jaar 22.000 millioen cub. voet slib af; hiervan zou 17.000 millioen cub. voet in de delta achterblijven, zoodat er 5.000 millioen cub. voet of ten naastenbij 150.000.000 m³ in zee terecht komen. Gezien dat de zee ter plaatse gemiddeld 21 m diep is en uitgaande van de veronderstelling, dat de Golf van Chihli in de toekomst niet zal hebben te lijden van een geosinclinale actie, zou volgens een globale berekening de geheele golf na 2000 jaar droog vallen. Het jaar 3939 ligt ver weg, dus zegt dat getal betrekkelijk weinig, doch meer spreekt het feit, dat de benedenloop per jaar met bijna een halven kilometer wordt verlengd. Het wordt derhalve zaak om te trachten zooveel mogelijk dit proces te vertragen, hetgeen zou kunnen worden bereikt door het toepassen van middelen, welke het deltafront grooter maken, alsook door beperking van den aanvoer van slib. De auteurs van de onderwerpelijke verhandelingen stellen zich voor de beoogde doeleinden te bereiken, ten eerste door verleggingen van den mond en voorts door het aanleggen van „desilting basins", waar een gedeelte van den afvoer het meegevoerde slib kan afzetten om dan later vrij van slib lager uit op de rivier te worden geloosd. Tevens adviseeren zij afdoende verdedigingen aan den voet van de steile loesswanden, zooals destijds reeds door FIJNJE VAN SALVERDA werd aanbevolen. Eigenaardig doet aan, dat ook baggeren in de verschillende geulen door de delta wordt aangeraden, wat toch weinig effect kan hebben, vergeleken met de kolossale massa vaste stoffen, welke jaarlijks wordt aangevoerd. Voor het maken van een nieuwen benedenloop zou vanzelfsprekend baggerwerk het meest aangewezen zijn, maar in dit verband wordt het niet genoemd.

Debietbepalingen.

In het belang hiervan werd door ingenieur ELIASSEN belangrijk werk verricht, waardoor o.a. aan het licht werd gesteld, dat de tot nog toe geschatte maximum afvoer veel hooger is dan werd gedacht. Zoo bleken o.a. de max. afvoeren gedurende de jaren 1919 tot en met 1937 gevarieerd te hebben tusschen ruim 7000 m³/sec in 1920 en 1921 en 20.000 m³/sec in 1933. Tabel I geeft een overzicht van de afvoeren over deze periode.

TABEL I.

Jaarlijksche maximum afvoeren te Shanchow in cub. voeten (35 cub. voet is ongeveer 1 m³).

Jaar	Afvoer	Jaar	Afvoer	Jaar	Afvoer	Jaar	Afvoer
1919	459000	1924	152000	1929	309000	1934	399000
1920	247000	1925	459000	1930	247000	1935	635000
1921	353000	1926	254000	1931	265000	1936	477000
1922	247000	1927	212000	1932	371000	1937	424000
1923	371000	1928	159000	1933	812000		

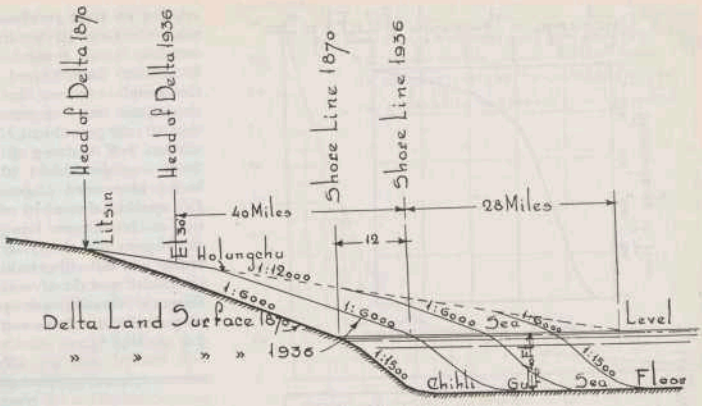


Fig. 3. Deltagebied Gele Rivier.

Interessant zijn ook de gegevens, welke werden verzameld met betrekking tot absorptie, kwel en komvulling. Over het gedeelte van Lokou tot Litsin (zie kaart), een afstand van 100 mijl, bedroeg het verlies gedurende de laagwaterperiode in de maanden April, Mei en Juni van 1935 bij afvoeren van resp. 1100, 1140 en 1260 m³/sec. te Lokou tusschen 13—22 %, hetgeen overeenkomt met het verlies in irrigatiekanalen. In aanmerking nemende, dat de bedding zooveel hooger ligt dan het land binnendijks, is het verlies niet aanzienlijk te noemen. Gedurende hoogwaterperioden is het verlies vanzelfsprekend veel grooter, vooral bij snelle wassen, waarbij de komvulling een voorname rol speelt. Trouwens ook het slib is oorzaak van veel water verlies. Wanneer bijv., wat zeer goed mogelijk is, tusschen twee beschouwde punten langs de rivier een hoeveelheid slib van zeg 300 m³/sec. neerslaat op de uiterwaarden, dan wordt daardoor tevens 200 m³/sec. aan de rivier onttrokken, daar dit tusschen het slib blijft hangen. Fig. 4 stelt een grafiek voor van de betrekking tusschen afvoer en verlies aan afvoer. Fig. 5 geeft een frequentie kromme van de maximum afvoeren. Naar het oordeel van steller dezes moet, gezien het geringe aantal beschikbare gegevens, deze laatste kromme wel met eenige reserve worden aanvaard.

Slibafvoer.

Ook in dit verband werden hoogst belangrijke gegevens verzameld. Zoo werd bijv. ter plaatse waar de Gele Rivier uit de bergen komt en het verhang van 1 : 1100 overgaat op 1 : 3800 bij verschillende gelegenheden geconstateerd, dat het slibtransport 40 %, in gewichtsdeelen gerekend, bedroeg van den afvoer. Hierbij dient te worden vermeld,

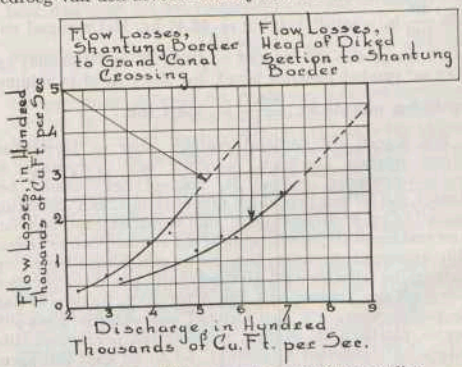


Fig. 4. Betrekking tusschen afvoer en verlies.

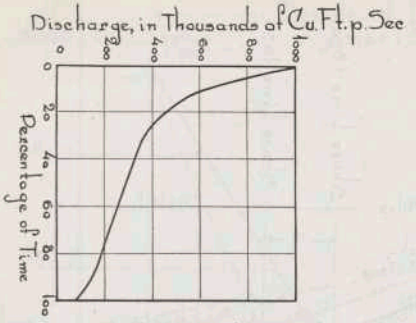


Fig. 5. Frequentiekromme.

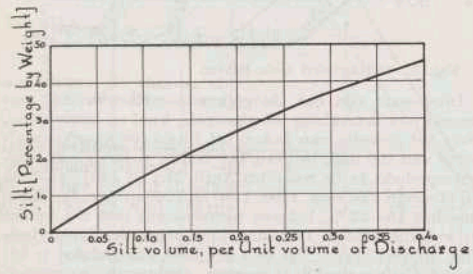


Fig. 6. Verband tusschen percentage slib, uitgedrukt in volume en gewichtsdeelen.

dat ELIASSEN dit percentage uitdrukt door het gewicht van het gedroogde slib te deelen door het gewicht van het monster rivierwater, dat werd onderzocht en dat dus nog de slib bevatte. Om de hoeveelheden slib in volume-maten uit te drukken, gaat hij uit van slib in den toestand, waarin dit droog op den grond gevonden wordt; het soortelijk gewicht bedraagt dan 1.6. Het slibdeeltje zelf heeft echter een veel grooter soortelijk gewicht en wel 2.7. Met behulp van deze gegevens kan de betrekking worden afgeleid tusschen het percentage slib en de hoeveelheid, welke dit voorstelt, uitgedrukt in volume-eenheden per eenheid van afvoer. Deze afleiding wordt als volgt gevonden. Stel dat de hoeveelheid rivierwater, welke onderzocht wordt, 100 l bedraagt en de hoeveelheid slib, welke er in zit, 4 kg weegt, dan verkrijgt men bij een percentage van 40 % slib

$$\frac{x}{\left(100-\frac{x}{2.7}\right)+x}$$ of uitgewerkt $$\frac{x}{100+0.63\,x}$$, hetgeen gelijk $$\frac{40}{100}$$ is, waaruit volgt $x = 53.47$ kg. Het mengsel van 100 l weegt dus $100 + 0.63 \times 53.47$ of wel 133,6861 kg. Een m³ van het mengsel bevat dus 534.7 kg of in volume-eenheden uitgedrukt $\frac{534.7}{1.6} = 334$ l slib.

Fig. 6 geeft dit verband grafisch weer en hierop kan direct worden afgelezen, wanneer het percentage in gewichtseenheden bekend is, hoeveel het volume bedraagt, dat bij een bepaalden afvoer in bijv. een „desilting basin" of op ondergestroomd land wordt afgezet. Met het hier verkregen volume is bedoeld het volume, dat het loess-slib aanneemt wanneer het, na te zijn neergeslagen, op natuurlijke wijze droogt. Het nog natte pas drooggevallen slib geeft een volume, dat van 5 tot 20 % grooter is dan de grafiek weergeeft. Een mengsel van water en loess-slib begint plastisch te worden, wanneer het percentage slib, in gewichtseenheden uitgedrukt, 56 to 58 gaat bedragen.

In verband met de grafieken, welke schrijver dezer regelen in 1934 publiceerde om aan te toonen, in welke mate de Gele Rivier in staat is haar bed te verdiepen, worden hier eenige gegevens vermeld welke door ELIASSEN daaromtrent nog nader werden verzameld. Gedurende een was in Augustus 1933 constateerde hij ter hoogte van Lungmen, dat de bedding over een afstand van 30 mijl gemiddeld 15 voet verdiept was. Bij het meetstation zelf bedroeg de uitschuring over een breedte van 3000 voet gemiddeld 30 voet. De totale hoeveelheid slib, welke hier werd uitgeschuurd, bedraagt 200.000.000 m³. Dit speelde zich af in een tijd van niet veel meer dan 12 uur en is wel een bewijs voor het enorme transportatievermogen van de rivier. Natuurlijk varieert de concentratie van het slibgehalte voortdurend. Tabel II geeft een overzicht van de afvoeren van slib en den waterafvoer gedurende verschillende perioden, waarbij het percentage, uitgedrukt in volume eenheden, blijkt te varieeren tusschen 2.4 en 10.8 %.

TABEL II.

Perioden	Tijdsduur in dagen	Slibafvoer in millioenen	Waterafvoer m³	Slibafvoer in % afvoer rivier
Juli 7—12 1934	5	46	662	7
Aug. 9—17 „	8	477	4400	10.8
Oct. 1— 8 „	7	116	3140	3.7
Juli 6—11 1935	5.5	36	1479	2.4
Aug. 6—11 „	4.75	223	3377	9.6

Vergeleken met de 40 %, welke door ELIASSEN werd waargenomen, hetgeen dus volgens de kromme van fig. 6 in volume eenheden 33.4% zou zijn, kunnen de hierboven vermelde percentages niet als zoo bijzonder groot worden aangemerkt. De slibconcentratie, op verschillende tijdstippen gemeten, is dan ook aan zeer groote schommelingen onderhevig, welke het gevolg kunnen zijn van diverse factoren, zooals de heftigheid van de was, de intensiteit van den neerslag, de plaats waar de regenval het grootst was etc. etc. Het is dan ook zeer goed mogelijk, dat het percentage van 40, hetwelk gevonden werd, niet eens sporadisch voorkomt. Naar aanleiding hiervan is het misschien niet ondienstig hier nog eenige bijzonderheden te vermelden van de merkwaardige grondsoort, waarmede de Gele Rivier te kampen heeft. Zooals reeds bij een vorige gelegenheid vermeld, bestaat loess uit uiterst fijne deeltjes quartz, leem, kalk en andere grondstoffen. Een bekend geoloog in China BARBOUR stelde de volgende analyse vast.

Chemische Analyse van loess.

SiO_2	61.23	$CaCO_3$	13.10
Al_2O_3	11.35	$MgCO_3$	3.95
Fe_2O_3	3.50	Ma_2O	1.65
FeO	1.20	K_2O	2.10
TiO_2	0.70	SO_3	0.20
P_2O_5	0.18	H_2O	0.64

Een analyse van de korrelgrootte volgens de STOKES-methode wees de volgende verdeeling uit.

d <0.5 mm	0 —0.5%	0.1 —0.05 mm	8—40%
0.5—0.2 „	0.5— 3%	0.05—0.02 „	50—65%
0.2—0.1 „	1 — 7%	d <0.02 „	16—36%

De bezinkingssnelheden van de samenstellende deeltjes zijn:

voor deeltjes van 0.002 mm. 0.003 mm/sec.
„ „ „ 0.02 „ 0.2 „ en
„ „ „ 0.2 „ 20.— „

Fig. 7 geeft een grafische voorstelling van de bezinkingssnelheden van door de Yung-ting-Ho meegevoerde vaste bestanddeelen, waarvan de respectievelijke hoeveelheden zijn uitgedrukt in procenten van het geheel. De Yung-ting-Ho is een rivier in Noord-China van ongeveer hetzelfde karakter als de Gele Rivier; alleen bestaan de

meegevoerde stoffen niet slechts uit loess, doch uit minder fijne bestanddeelen. Toch blijkt, dat 80% van die stoffen nog een kleinere bezinkingssnelheid heeft dan 6 mm sec. De gemiddelde bezinkingssnelheid is iets meer dan 4 mm sec., hetgeen de snelheid is van deeltjes met een diameter van ongeveer 0.05 mm. De beteekenis van het voorgaande wordt duidelijk, wanneer eens nagegaan wordt, wat de consequenties van een dergelijke fijnheid van het bodemmateriaal beteekenen. De laatste onderzoekingen [1]) op het gebied van bodemtransport legden meer en meer vast het directe verband tusschen de bodemsnelheid en het zwevend transport en dat, alhoewel vanzelfsprekend de bodemsnelheid een zekere functie is van de gemiddelde snelheid, laatstgenoemde niet als een grootheid, waarin het transport wordt uitgedrukt, kan worden gebruikt. In deze wordt als bodemsnelheid verstaan de snelheid, welke wordt aangetroffen op de grens tusschen het gebied, waar de snelheidsverdeeling in een verticaal een elliptisch verloop vertoont en het gebied vlak bij den bodem dat, tengevolge van zijn uiterst geringe dikte, feitelijk slechts als een film is te beschouwen, waarin de snelheidstoename zeer groot is en vanaf 0 tot een zekere waarde nagenoeg lineair verloopt. De strooming is in dit gebied laminair en gaat dan vrij plotseling in de gewone snelheidsverdeeling over; de grens is de bodemsnelheid. Na veel proeven is men er in geslaagd de bodemsnelheid als volgt uit te drukken

$$v_b = \left[1.05\, log \frac{R}{d_m} + 3.11\right]^{\frac{1}{2}} \times g^{\frac{1}{4}} \times V_m^{\frac{1}{2}} \times (R \times I)^{\frac{1}{4}}$$

v_b = bodemsnelheid R = hydraulische straal
d_m = gemiddelde korrelgrootte van het zwevende transport
g = versnelling zwaartekracht V_m = gemiddelde snelheid
I = het verhang.

Indien v_m = 158 cm, R = 631 cm, I = 0.000095, d_m = 0.07 cm, dan zou voor V_b worden gevonden

$$V_b = 93 \text{ cm/sec.}$$

De dikte van de film bij den bodem wordt uitgedrukt door de volgende formule

$$\partial = \frac{M V_b}{\rho_f \times g \times R \times I}.$$

Hierin stelt voor ∂ = dikte film bij bodem, v_b = bodemsnelheid, ρ_f = soortelijk gewicht water, g = zwaartekracht, R = hydraulische straal, I = verhang, M = Viscositeitscoëfficiënt.

Aannemende dat M = 0.011, ρ_f = 1.00, wordt in verband met bovenstaande gevonden

$$\partial = 0.018 \text{ cm.}$$

Indien d_m = 0.01 cm zou zijn, wat voor de Gele Rivier zelfs veel is, dan zou men vinden dat:

$$V_b = 1.35 \text{ m/sec en } \partial = 0.026 \text{ cm.}$$

Vergeleken met de vorige aanname wijst dit op een snelheidstoename in het laminaire gebied van 5 cm/sec per 0.01 mm hoogte, zoodat het niet te verwonderen valt, dat onder den invloed van het drukverschil in de opeenvolgende lagen de uiterst fijne deeltjes van het bodemmateriaal mee worden gesleurd. Des te gereeder zal dit gebeuren, daar loess zeer makkelijk water opneemt en per slot in een min of meer vloeibaren toestand geraakt.

Uit de formule voor de bodemsnelheid blijkt duidelijk, dat hoe grooter de gemiddelde diameter der meegevoerde stoffen is, des te kleiner de waarde van de uitdrukking $log \frac{R}{d_m}$ wordt en dientengevolge dus ook de bodemsnelheid.

Omgekeerd wordt de bodemsnelheid grooter naarmate de deeltjes, waaruit de bodem bestaat, kleiner zijn. Hoe grooter de bodemsnelheid, hoe grooter het drukverschil is, dat

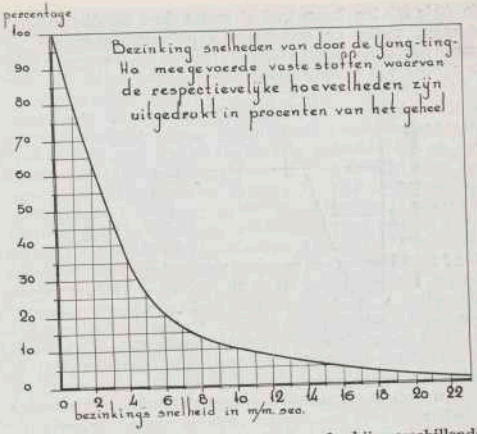


Fig. 7. Bezinkingssnelheden behoorende bij verschillende korrelgrootten Yung ting Ho slib.

ontstaat tusschen de onderste lagen en de grenslaag, waardoor de deeltjes op den bodem dus weer gemakkelijker worden meegesleurd. De rol, welke de fijnheid van het slib speelt, wordt het best uitgedrukt door de betrekking $\frac{L}{P} \times V_s \infty V_b^4$ of in woorden het *product* van den last van meegevoerde stoffen per breedte eenheid (L zijnde het totale transport van het profiel en P de perimeter of wel natte omtrek) en de bezinkingssnelheid V_s is evenredig aan de 4de macht van de bodemsnelheid, hetgeen wil zeggen, dat, hoe kleiner de deeltjes zijn, dus hoe kleiner de bezinkingsnelheid, des te grooter de totale last kan worden. Een juiste berekening van de grootte van den last met betrekking tot de bodemsnelheid kan nog niet worden gegeven, doch het is duidelijk, dat wat de Gele Rivier betreft de grens wel ongeveer zal samenvallen met die, waarbij het mengsel water en zwevende stoffen plastisch dreigt te zullen worden, d.w.z. wanneer het slibpercentage in volume deelen de 50 % nadert.

Het spreekt wel vanzelf, dat daarbij de snelheidsvermindering, welke veroorzaakt wordt door het zwevend transport, een voorname rol speelt. In een verhandeling over „Laboratory Investigation of flume traction and transportation" door Y. L. Chang, gepubliceerd in *Proceedings Am. Soc.* of *C. E.*, November 1937, Vol. 63, no. 9, wordt bijv. berekend, dat bij een slibgehalte van 46 % een snelheidsvermindering van 24.5% behoort. Wanneer men daarbij bedenkt, dat het transporteerend vermogen minstens evenredig is met de 3de macht van de bodemsnelheid, dan volgt uit het voorgaande, dat dit vermogen in het onderhavige geval tot $\left(\frac{3}{4}\right)^3$ of $\frac{27}{64}$, dat is dus 40% werd teruggebracht. Hoewel dit reeds een zeer belangrijk percentage is, blijkt per slot van rekening toch, dat de hierboven aangegeven vermoedelijke grens, dat is het plastisch worden van het mengsel, wel wat te ruim werd gekozen.

Het belangrijke percentage van uiterst fijne bestanddeelen van het Gele Rivier-slib brengt bovendien nog mede, dat het daardoor gemakkelijker wordt grovere deelen, welke anders niet medegevoerd zouden kunnen worden, te transporteeren.

Onder de Chineezen, die belast zijn met het onderhoud van de dijken der Gele Rivier, bestaat de vaste overtuiging, dat de stroom van de Gele Rivier sterker is dan in andere rivieren, omdat daar steenen veel eerder worden meegesleurd. Hoewel oorspronkelijk werd gemeend, da dit geloof ontstond als gevolg van de omstandigheid, da

[1]) „Equilibrium Conditions in Débris-laden Streams" by W. W. Rubey. Transactions Am. Geophysical Union 1933.

de Gele Rivier haar bed dermate kon verdiepen, dat steenen, welke er gedurende een laagwater-periode in waren gegooid, bij een volgende periode bleken verdwenen te zijn, terwijl deze in werkelijkheid alleen ten gevolge van de tijdelijke uitschuring van de bedding tijdens de hoogwater-periode op een lager niveau kwamen te liggen, moet toch worden erkend, dat de oorspronkelijke opvatting van de dijkbeambten niet geheel onjuist was. Wat toch is het geval? Gedurende hoogwater, waarbij het slibgehalte soms tot 40% kan oploopen, is het soortelijk gewicht van het water belangrijk hooger en wel ongeveer 1.34. Bijgevolg zal een stortsteen van 44 kg en een soortelijk gewicht hebbende van bijv. 2.2, welke dus in helder water 44 — 20 = *24* kg weegt, in een mengsel van water en slib, waarvan het s.g. 1.34 is, slechts 40 — 20 × 1.34 = *17.2* kg wegen. Bovendien is de levende kracht, door zulk een mengsel ontwikkeld, ook aanzienlijk meer, zoodat het een met het ander wel oorzaak is, dat steenen in de Gele Rivier veel gemakkelijker verplaatst worden dan in een rivier met betrekkelijk helder water. Ook in deze blijkt dus weer, dat in den volksgeest bestaande oogenschijnlijk eigenaardige opvattingen niet zoo onwaarschijnlijk zijn en wel degelijk een grond voor waarheid bevatten.

In bovenstaande regelen werd een beknopt overzicht gegeven met eenige daaraan vastgeknoopte eigen beschouwingen van schrijver van enkele der eigenaardige trekken in het karakter der Gele Rivier, welke door de heeren Eliassen en Todd in het in den aanhef vermelde nummer van de *Proceedings Am. Soc.* of *C.E.* zoo uitvoerig werden beschreven en toegelicht.

Jammer genoeg moest ten gevolge van de Japansche militaire operaties in China een verdere studie worden gestaakt. Weliswaar werd voldoende materiaal verzameld om te kunnen aantoonen, dat een verbetering der Gele Rivier volgens het o.a. door schrijver dezes reeds in 1921 aan de Chineesche regeering voorgestelde plan (zie *De Ingenieur* van 1934, No. 33) in principe juist was, zoodat dan ook de heeren Eliassen en Todd tot een soortgelijke oplossing kwamen, doch er moeten nog heel wat onderzoekingen worden verricht, alvorens een gedetailleerd project kan worden opgemaakt.

Het is dan ook zeer te hopen, dat voornoemde ingenieurs, die reeds zooveel tot een grondige studie van het probleem bijdroegen, in de gelegenheid zullen worden gesteld hun werk te voltooien.

Zooals reeds werd gezegd, wordt dengenen, die zich bijzonder voor het Gele Rivier vraagstuk interesseeren, ten zeerste aanbevolen de hier behandelde publicatie te lezen. Mocht hierbij misschien de indruk verkregen worden, dat af en toe feiten worden vermeld, welke verificatie wenschelijk doen schijnen, dan kan op grond van persoonlijke jarenlange samenwerking, speciaal met Eliassen, de verzekering worden gegeven, dat diens kennis, nauwgezetheid en ernst de juistheid van wat hij schreef ten volle garandeeren. Gemeend wordt hierop de aandacht te moeten vestigen, daar wat betreft de Gele Rivier inderdaad eigenaardige dingen kunnen worden verteld. Zoo vindt men o.a. in het boek getiteld „Der Löss und seine geotechnische Eigenschaften" von Dr. Ing. Alfred Scheidig, dat als een standaard werk beschouwd wordt, de mededeeling, dat de bedding der Gele Rivier tot op groote diepte onderworpen is aan een stroomafwaartsche beweging, zoodat de brug in den Peking-Hankow Spoorweg, ten gevolge van het verloopen der pijlers, een S bocht zou vertoonen, welke het noodzakelijk maakt, ten einde ontsporing te voorkomen, met niet meer dan *drie* wagens achter elkaar te rijden. Hoewel schrijver dezes adviseur was van de Internationale Commissie van brugexperts, die in 1924/25 te Peking hun oordeel hadden uit te spreken over de al dan niet wenschelijkheid van een nieuwe brug, is hem van het door Scheidig genoemde bezwaar niets bekend. In tegendeel is het wel zeker, dat de over de betreffende brug rijdende treinen even lang zijn als elders; alleen wordt er langzamer gereden, omdat de brug niet berekend was voor de nu in gebruik zijnde veel zwaardere locomotieven.

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN.

De haven van Los Angeles en Long Beach.

De haven van Los Angeles heeft een nog jonge geschiedenis[1]). Weliswaar werd de reede in 1542 reeds ontdekt door een Portugeeschen zeevaarder, doch de ontwikkeling dateert eerst uit de tweede helft van de negentiende eeuw. Zij ging samen met den aanleg van de transcontinentale spoorwegen en de opkomst van Zuid-Californië, verder met het handelsverkeer tusschen Amerika, China en Japan, de openstelling van het Panama-Kanaal en vooral met de opkomst van de petroleumindustrie. Zij werd eerst mogelijk, toen men begon met het aanleggen van kunstwerken, want de nadering van de kust werd belemmerd door modderbanken, waarin slechts ondiepe vaargeulen voorkwamen. Omstreeks 1900 werd van Regeeringswege begonnen met den bouw van een golfbreker. De vooruitstrevende Gemeente Los Angeles slaagde na langdurige onderhandelingen erin het oeverland in 1909 te annexeeren. Terstond werden aanleg en exploitatie onder gemeentelijk beheer krachtig terhand genomen. Spoedig leidden zij, ondanks den spot [2]) der havenbelanghebbenden te San Francisco, tot grooten bloei, vooral na het einde van den wereldoorlog. In enkele jaren tijds steeg de goederenbeweging van 150.000 ton tot 2.5 millioen ton per maand

De golfbreker, die het Noordwestelijk deel van de baai zou afsluiten aan de Oceaanzijde, kreeg een lengte van 3.350 m. Daardoor ontstond een buitenhaven met een wateroppervlak van 400 ha. Direct aan de kust liggen de stadsgedeelten San Pedro, Wilmington en Long Beach. Door baggeren en graven is binnen deze wijken een stelsel van kanalen en binnenhavens gevormd, dat thans een totaal wateroppervlak heeft van 325 ha. Voor een situatie van dit havencomplex moge verwezen worden naar *De Ingenieur* van 22 Jan. 1932, blz. 11. De hoofdtoegang naar de binnenhaven is een kanaal van 300 m wijdte. Het mondt uit in een zwaaikom met 500 m diameter. Van hieruit leiden nauwere kanalen Westwaarts en het 120 m wijde Cerritos Channel in Oostelijke richting naar het havenbekken van Long Beach. De diepte aan den ingang van de buitenhaven bedraagt 45 vt beneden gem. LW. In de binnenhavens is overal een diepte van tenminste 37 vt beneden LW aanwezig.

Langs de kanalen en de havenbekkens zijn aanlegsteigers en pieren met loodsen en pakhuizen gebouwd. Van de gemeentelijke steigers is een totale lengte van 10 km uitgevoerd met gecreosoteerde palen; circa 3,4 km bestaat uit houteonstructie en een lengte van 600 m uit gewapend beton. Daarnaast zijn talrijke aanlegsteigers in eigendom van de transportondernemingen en scheepvaartlijnen.

In 1932 werd begonnen met een verlenging van den golfbreker. De verlenging zou 3.800 m bedragen, waardoor de buitenhaven met een wateroppervlak van 260 ha werd uitgebreid, dat door uitdiepen voor de scheepvaart kon worden geschikt gemaakt. Deze uitbreiding was o.a. van groot belang voor de Amerikaansche Marine. De nieuwe golfbreker werd verleden jaar voltooid.

De goederenbeweging in de haven beliep in 1938 rond 20¼ millioen ton (van 2.000 lbs) met een totale waarde van bijna een milliard dollars. De voornaamste goederen zijn petroleum (export) en hout (import), waarvan de omzetcijfers respectievelijk bedragen hebben $ 201.500.000 en $ 180.000.000. Van de exportproducten zijn verder het

[1]) Zij vierde dezer dagen haar 25-jarig bestaan. Een der eeregasten bij de viering was Eduard Schildauer, de oudste van de nog levende ingenieurs, die het Panamakanaal mede hebben helpen scheppen.

[2]) In 1921 werd door de autoriteiten van San Francisco geschreven en gesproken, dat die haven bestond uit een restant boerderij, boomgaard, vijver en zandplaat. Voor Nederlanders is nog van bijzonder belang, dat Los Angeles in 1914 getracht heeft met de firma Phs. van Ommeren uit Rotterdam een directe verbinding op Nederlandsch-Indië te openen (zie „Waar Rail en Oceaan elkaar ontmoeten", door ir. Wouter Cool in *De Waterstaatsingenieur* 1923 no. 3).

belangrijkste kapok, sinaasappelen, borax en vliegmachines, van de importen ruwe zijde, rubber, koffie en oliezaden. Het grootste deel van den export gaat naar Japan, van den import is ± 75 % bestemd voor de industrieën in het directe achterland van de haven. Het hier afgedrukte schetskaartje, dat ontleend is aan het jaarverslag 1938 van den „Board of Harbor Commissioners" geeft een overzicht van het dichtbevolkte achterland, dat men de „Metropolitan Area" noemt. Uit hetzelfde jaarverslag zijn ook eenige grafische statistieken overgenomen, die de goederenbeweging illustreeren. In 1938 werd de haven aangedaan door 5.702 schepen, waarvan 1.993 onder niet-Amerikaansche vlag.

Drie groote spoorlijnen verbinden Los Angeles met de Amerikaansche Staten en den Atlantischen Oceaan: de Atchison Topeka and Santa Fé Railroad, de Southern Pacific en de Union Pacific Railroad. Het nabije verkeer wordt verzorgd door den Pacific Electric Railway, die het district Zuid-Californië voorziet van electrische treinen, trams en motorbussen. In het havengebied werken de vier genoemde spoorwegmaatschappijen samen in een gemeenschappelijke transportonderneming, waaraan ook de Gemeente Los Angeles zelf deelneemt. Dit is de Harbor Belt Line Railroad, die het geheele goederen- en reizigersverkeer onderhoudt en naar de verschillende bestemmingen expedieert. Er is hier dus eenheid van behandeling en eenheid van tarief verkregen, waardoor hinderlijke concurrentie onmogelijk is gemaakt.

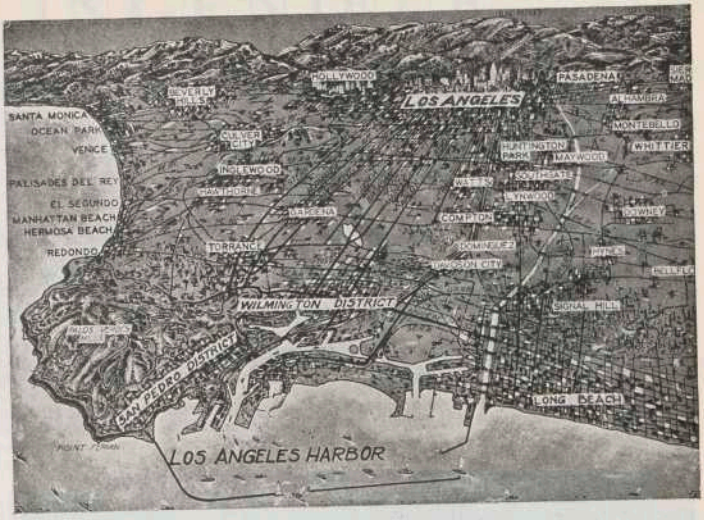


Fig. 1. Overzicht van Los Angeles en omgeving.

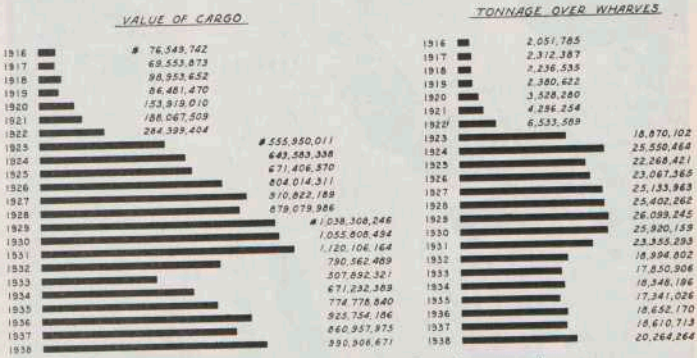


Fig. 2. Goederenbeweging en scheepstonnenmaat.

Aan de Zuidzijde van het havencomplex, op het Terminal Island, is een belangrijke luchthaven gebouwd voor de Amerikaansche Marine met een eigen bassin voor watervliegtuigen. Er is een ruim landingsterrein aangelegd met loopbanen, hangars, werkplaatsen en kazernes.

Een merkwaardig verschijnsel in de haven van Los Angeles, dat de aandacht getrokken heeft, is de bewegelijkheid van den zeebodem. Daarin zijn rijzingen en dalingen waargenomen, die eenige ongerustheid gewekt hebben en de vraag deden ontstaan, of wellicht de kunstwerken daardoor gevaar zouden kunnen loopen en tevens of in het verschijnsel een aanduiding moet worden gezien dat hier nog wel eens een ernstige aardbeving zou kunnen voorkomen.

D. R.

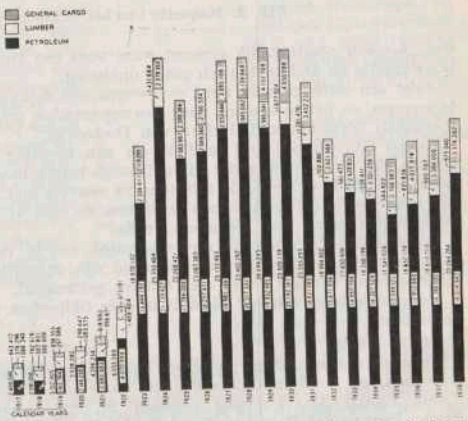


Fig. 3. Onderverdeeling van de goederenbeweging in hout, petroleum en algemeene lading.

Plannen betreffende het Domplein in Milaan.

Uit een artikel van AGNOLDOMENICO PICA in de *Ingegnere* n°. 11 van 1938, over bovenstaand onderwerp, ontleenen wij het volgende:

Het Domplein van Milaan heeft sedert lang een probleem gevormd, waar steeds met weinig succes veel over is gediscussieerd, ten gevolge van het feit, dat de aangelegenheid nooit van het begin af deskundig behandeld is gewor-

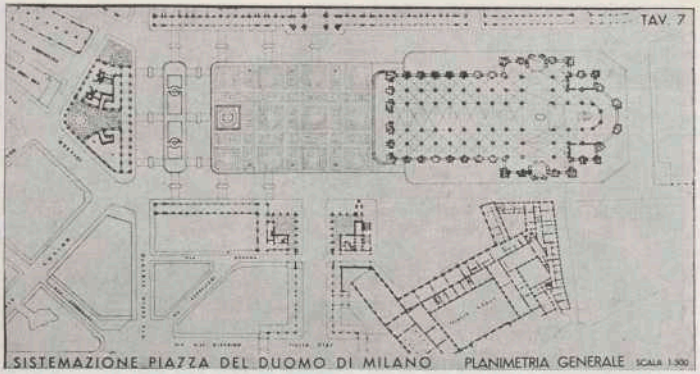


Fig. 1. Plan, ingediend door de architecten ENRICO A. GRIFFINI, PIERGIULIO MAGISTRETTI, GIOVANNI MUZIO, PIERO PORTALUPPI, bij het concours in 2e herziening in 1938. Het door de jury uitgekozen plan.

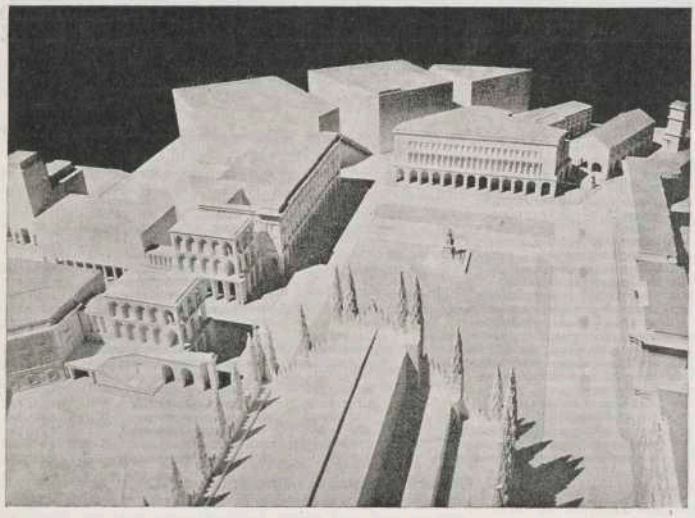


Fig. 2. Maquette van het bekroonde project.

den, hetgeen noodzakelijk geweest ware voor een stedebouwkundig en architectonisch goede oplossing.

Juist een eeuw geleden werd overwogen een domplein te vormen, en het te noemen naar den regeerenden prins, toenmaals FERDINAND I Keizer van Oostenrijk.

CARLO CATTANEO [1]), gaf in 1838 als zijn meening te kennen, dat men een en ander zijn natuurlijk beloop moest laten; een stad, welke reeds minstens 24 eeuwen oud is, kan men niet in den grond doen verzinken, en zich weder laten verheffen als een „Schotsch weefsel".

De raad van CATTANEO is niet opgevolgd, zoo ja, dan zou er eveneens een leelijk plein gevormd zijn, misschien schilderachtiger, maar zeker niet minder gekunsteld.

De geschiedenis van het plein is in drie tijdperken te verdeelen:

I. 1838—1859.

Het oudste plan voor het plein was van Markies CESARE BECCARIA, en vond in CATTANEO een vurig aanhanger. Ook CARLO AMATI diende plannen in, en verder PETRO PESTAGALLI, ZUCCARI, TACCANI, GIAN LUIGI PONTI, en vele anderen.

[1]) Milaansch patriot en litterator, 1801—1869.

II. 1859—1896.

Nadat Milaan in 1859 de vrijheid herkreeg en de stad aan haar groote en moderne ontwikkeling begon, werd het probleem van het plein weer opgenomen. Er werden 139 plannen ingediend, waaronder die van MORAGLIA, BALZARETTI, CAMILLO BOITO, TITO VESPASIANO PARRAVICINI, en ANGELO COLLA.

Geen van deze projecten werd echter uitgevoerd. Alleen drie oudere plannen kwamen in aanmerking, en wel van CARLO CAIMI, van GIAN LUIGI PONTI en van DOMENICO CESA BIANCHI.

Het plan van CARLO CAIMI was een nadere uitwerking van het 3 eeuwen oude plan van GALEAZZO ALESSI, en omvatte een galerij.

In 1864 werd het plan van GIUSEPPI MENGONI [2]) goedgekeurd, eveneens met een galerij. De uitvoering van dit plan, welke ook onder de leiding van MENGONI geschiedde, werd pas in 1896 geheel voltooid, en wel na diens dood.

Hierbij kwamen tevens het monument van VITTORIO EMANUELE en het „Palazzo dell'Indipendenza" gereed.

III. 1896—1939.

Na het tijdperk van MENGONI, dat dus in 1896 afsloot, waren de avonturen van het plein steeds slechts op papier. Als uitzondering is alleen te vermelden: De instelling van het caroussel rijden van trams in 1896, en het beëindigen ervan in 1926 [3]).

Van de vele plannen is nog dat van RAINIERI ARCAINI te noemen en dat van den ingenieur EMILIO BELLONI in 1910. Verder een project, dat o.a. het bouwen van een monumentalen toren omvatte. Gezien het feit, dat de voornaamste spitse zuil van den Dom 108 m hoog is, is het wel te begrijpen, dat een toren van 70 of 100 m hoog een fraai geheel zou doen ontstaan.

Het laatste tijdperk omvat het concours in twee trappen van 1937—1938. Het was een onstuimige wedstrijd, met het plan, dat ingediend was door de groep ENRICO A. GRIFFINI, PIERGIULIO MAGISTRETTI, GIOVANNI MUZIO en PIERO PORTALUPPI, als het uitverkorene (zie fig. 1).

Zooals de jury zelf zegt, is haar keuze slechts volledig te beoordeelen na voltooiïng van het plan, hetwelk een krachtig en weldoordacht geheel is. De twee ontworpen gebouwen vormen als het ware een monumentalen ingang voor „Piazza Diaz". Volgens het oorspronkelijke plan zouden deze twee gebouwen 40 m hoog worden, volgens het 2e plan werden zij verlaagd tot op de hoogte van de door MENGONI gebouwde paleizen.

Het is verder een gelukkige gedachte, het ruiterstandbeeld van BERNABÒ VISCONTI, uit het museum „Castello", te plaatsen vóór het paleis „Ragione".

Aan het roode en oude paleis, dat door dit plan a.h.w. ontmanteld wordt, zal niets gewijzigd worden, doch dit zal zijn oude macht bewaren.

v. E.

[2]) 1839—1877.

[3]) analoog het Plein in den Haag.