

# RAPPORTEN EN MEDEDEELINGEN VAN DEN RIJKSWATERSTAAT.

N<sup>o</sup>. 9.

I

INHOUD:

OVER STRAATKLINKERS, WELKE AAN HOOGHE  
EISCHEN VOLDOEN EN DE WENSCHELJKHEID  
OM DE LEVERING VAN STRAATKLINKERS AF-  
ZONDERLIJK AAN TE BESTEDEN, DOOR DE  
INGENIEURS VAN DEN RIJKSWATERSTAAT  
DR. L. R. WENTHOLT EN JHR. A. G. BEELAERTS  
VAN BLOKLAND.

OVER FRIESCHE STEEN, IN HET BIJZONDER IN  
FRIESLAND GEBAKKEN STRAATSTEEN, DOOR  
DEN INGENIEUR VAN DEN RIJKSWATERSTAAT  
DR. L. R. WENTHOLT.

---

UITGEGEVEN DOOR HET MINISTERIE  
VAN WATERSTAAT.

---



OVER STRAATKLINKERS,  
WELKE AAN HOOG EISCHEN VOLDOEN, EN DE  
WENSCHELIJKHEID OM DE LEVERING VAN STRAAT-  
KLINKERS AFZONDERLIJK AAN TE BESTEDEN,  
DOOR DE INGENIEURS VAN DEN RIJKSWATERSTAAT  
DR. L. R. WENTHOLT EN JHR. A. G. BEELAERTS VAN BLOKLAND.

**Algemeene opmerkingen.** Zoowel bij de vernieuwing der verharding van Rijksklinkerwegen, als bij den aanleg van door het Rijk gesubsidieerde klinkerwegen, welke voornamelijk in de Provincie Drenthe in de laatste jaren in een groot aantal tot stand kwamen, is gebleken, dat het in vele gevallen uiterst moeilijk is over straatsteen, waarmede genoeg kan worden genomen, te beschikken terwijl dit materiaal dan veelal nog slechts aan matige eischen voldoet.

Van de gebreken, welke bij de straatsteen veelvuldig opgemerkt werden, zijn de volgende de voornaamste:

- 1<sup>o</sup>. de aanwezigheid van zeer vele gescheurde steenen;
- 2<sup>o</sup>. onvoldoende sorteering;
- 3<sup>o</sup>. broosheid;
- 4<sup>o</sup>. te groote wateropname;
- 5<sup>o</sup>. onregelmatige vorm;
- 6<sup>o</sup>. de aanwezigheid van aangebakken sintels.

De eigenschappen en de toepassing van straatklinkers werden o. a. in de volgende, in de laatste jaren verschenen, tijdschriftartikelen besproken:

*Straatklinkers* door A. N. WIND, Opzichter van den Rijkswaterstaat, zie „Klei” van 15 Maart 1913.

*Klinkerbestratingen*, door F. C. J. VAN DEN STEEN VAN OMMEREN c. i., zie „de Ingenieur” van 26 April 1913, n<sup>o</sup>. 17;

*Rijksstraatwegen*, door T. HUITEMA, Opzichter van den Rijkswaterstaat, zie „de Ingenieur” van 16 October 1915, n<sup>o</sup>. 42;

*Vereischten en keuring van straatklinkers*, door Prof. J. A. VAN DER KLOES, zie „Bouwstoffen” van April 1916, n<sup>o</sup>. 4;

*Het provinciale wegennet in Overijssel*, door A. VAN LINDEN VAN DEN HEUVELI, c. i., zie „de Ingenieur” van 1 April 1916, n<sup>o</sup>. 14;

*Beschouwingen in verband met verzamelde gegevens omtrent den toestand op-, de onderhoudskosten van en het verkeer op de Rijkswegen*, door L. R. WENTHOLT, c. i., zie „de Ingenieur” van 5 en 12 Februari 1910, n<sup>o</sup>. 6 en 7;

*Voor- en nadeelen van klinker- en steenslagverhardingen voor buitenwegen met niet zeer druk verkeer*, door Dr. L. R. WENTHOLT, c. i., zie „de Ingenieur” van 22 Januari 1916, n<sup>o</sup>. 4 en

*Straatwegen en straatklinkers*, door ADR. VAN DE KOPPEL, zie „de Ingenieur” van 29 Januari 1916, n<sup>o</sup>. 5.

In het laatstgenoemde artikel geeft de Heer VAN DE KOPPEL als zijn gevoelen te kennen, dat indien de eischen van de A. V. betreffende straatklinkers te laag zijn, zij hooger gesteld moeten worden en hij voegt daaraan toe: „de Nederlandsche baksteenindustrie zal volkomen in staat blijken aan deze hoogere eischen te voldoen en het gevraagde te leveren”.

Hij wijst er op, dat het eenigszins getrokken zijn van de straatklinkers, waaraan bij de keuring dikwijls veel waarde wordt gehecht, geen enkelen waarborg voor de kwaliteit der steenen aanbiedt en het maken van een goed aaneengesloten wegdek, waarbij de eene steen den anderen steunt, belet. Ten slotte vestigt hij er den aandacht op, dat „een eenigszins groot percentage gescheurde klinkers dengene, die met de keuring belast is, met vrij groote zekerheid kan doen zeggen, dat de niet gescheurde der partij evenmin aan redelijke eischen kunnen voldoen” en hij deelt voorts mede niet te gelooven, dat hij, indien hij met de keuring van straatklinkers was belast, zou toestaan, „dat meer dan 1 pct. gescheurde voorkwam”.

Deze uitspraken en de omstandigheid, dat de firma Gebroeders VAN DE KOPPEL te IJsselstein aanneemster was van een bestek voor de levering van straatklinkers in het noordelijk arrondissement

van Gelderland, gaven ondergeteekenden aanleiding zich met den Heer A. VAN DE KOPPEL in verbinding te stellen en de fabriek, waarvan hij mede-eigenaar is, te bezoeken. Laatstgenoemde deelde ongeveer het volgende als zijn meening mede:

Bij het bakken van steenen in een veldoven van de gebruikelijke constructie is men veel te veel afhankelijk van omstandigheden, welke men niet beheerschen kan; daarbij is de veldoven met het oog op het groote brandstofverbruik zeer oneconomisch. Mede in verband met de omstandigheid, dat de veldoven slechts een betrekkelijk gering percentage straatsteen van voldoende kwaliteit levert, is toepassing van een veldoven uit den tijd.

De gewone ringoven is voor het bakken van straatsteen nog minder geschikt dan de veldoven, aangezien men in den ringoven de in de verschillende gedeelten van den oven heerschende temperaturen minder in de hand heeft dan in een veldoven. Bovendien moet men, ten einde de rest van den inzet tot straatklinkers te kunnen stoken, bij de „stookbladen” (d. z. de in den inzet uitgebouwde vuurhaarden) een zoo hooge temperatuur ontwikkelen, dat deze in elkander smelten. Intusschen levert de ringoven ook goede straatsteen, alhoewel min of meer als toevalsproduct.

De omstandigheid, dat voor straatsteen aanmerkelijk hogere prijzen kunnen worden bedongen dan voor metselsteenen en de overweging, dat, teneinde de straatsteen aan de mededinging van andere bestratingmaterialen het hoofd te kunnen doen bieden, het noodig zou zijn goede straatklinkers in voldoende hoeveelheid aan de markt te brengen, vestigden de overtuiging, dat de steenfabricage niet meer zou moeten zijn eene, waarbij behalve metselsteen ook straatklinkers verkregen worden, doch dat men zou moeten geraken tot een fabricage van straatklinkers, waarbij men wellicht enkele metselsteenen als bijproduct zou krijgen.

Ten einde zulks te bereiken werd er naar gestreefd:

1°. de klei zoo te mengen, dat zij voor de straatklinkerfabricage de allerbeste verhouding heeft;

2°. de klei goed te bewerken, waardoor o. a. bereikt kan worden, dat alle oerdeelen of steentjes uit de klei verwijderd worden;

3°. de steenen, voordat zij in den oven komen, zoo goed mogelijk te drogen, teneinde het kromtrekken der steenen en het ontstaan van scheurtjes zooveel mogelijk tegen te gaan;

4°. de steenen zoodanig te stoken, dat men het in de hand heeft de gewenschte temperatuur door den geheelen inzet gelijkmatig te verdeelen en tevens te zorgen, dat die temperatuur op elken steen voldoende kan inwerken, zoodat overal voldoende klinkering kan intreden;

5°. de klinkers zoo vlak mogelijk te doen zijn, opdat een goede wegconstructie mogelijk is.

**De kamerringovens met overslaande vlam.** Het sub 4°. en 5°. vermelde werd bereikt door de toepassing van „kamerringovens met overslaande vlam”.

Bij een gewonen ringoven geschiedt het stoken door in het gewelf der ovenruimte uitgespaarde gaten; de te bakken steenen worden zoodanig opgesteld, dat de door deze gaten ingeworpen brandstof tot op den bodem van den oven kan neervallen en in de „stookbladen” verbrandt. Bij een overslaanden vlamoven wordt de brandstof in een afzonderlijk daarvoor bestemde ruimte (vuurhaard) gebracht, zoodat de inzet alleen met de verbrandingsgassen in aanraking komt. De „kamerringoven met overslaande vlam” bestaat uit een serie van b.v. 20 van dergelijke overslaande vlamovens „kamers” genoemd), welke alle met elkander in verbinding kunnen worden gebracht.

Wij meenen ons ervan te mogen onthouden van dezen „kamerringoven met overslaande vlam” hier een nadere beschrijving te geven, daar de Heer VAN DE KOPPEL ons mededeelde voornemens te zijn daarvan binnenkort een beschrijving in „de Ingenieur” te doen verschijnen.

Met den bouw van den eersten oven volgens dit systeem werd in Augustus 1914 aangevangen; in Januari 1915 kwam de eerste steen uit dezen oven. Zijn jaarproductie bedraagt ongeveer 3 000 000 steenen, waarvan ongeveer 90 pct. straatklinkers.

Zoover ons bekend, zijn thans de volgende „kamerringovens met overslaande vlam” in gebruik of in aanbouw.

1°. één oven te IJsselstein van Firma GEBROEDERS VAN DE KOPPEL te IJsselstein, jaarproductie 3 millioen;

2°. één oven te Eck en Wiel van de „N. V. Steenfabrieken v/h S. G. VAN DE POL,” directeur de Heer H. VAN DE POL te Tiel, jaarproductie 4.5 à 5 millioen;

3°. één oven te Elden van den Heer P. A. BOS R.A.ZN. te Arnhem, jaarproductie 5 millioen;

4°. één oven te Vuren van den Heer J. A. HEUFF te Gorinchem, jaarproductie 5 à 6 millioen;

5°. één oven te Olst van de „N. V. Overijsselsche steenfabrieken” directeur de Heer B. J. STEGEMAN te Deventer, jaarproductie 5 à 6 millioen;

6°. één oven te Amerongen van de „N. V. Steenfabrieken v/h GEBROEDERS VAN KLINKENBERG,” directeur de Heer H. VAN KLINKENBERG te Zeist, jaarproductie 4.5 à 5 millioen.

De jaarproductie dezer „kamerringovens met overslaande vlam” bedraagt ongeveer 28 millioen steenen, waarvan naar schatting 25 millioen straatklinkers.

Dat het aantal „kamerringovens met overslaande vlam” niet reeds grooter is, is onder meer toe te schrijven aan de buitengewone tijdsomstandigheden, welke het een steenfabrikant, die thans zijn ovens geheel of gedeeltelijk met turf stookt, onmogelijk maken, deze te vervangen door ovens, waarin uitsluitend kolen als brandstof kunnen worden gebruikt.

**Eigenschappen der steen afkomstig uit een kamerringoven met overslaande vlam.**

In het afgelopen najaar is op den Rijksweg van Zutphen naar Deventer, krachtens bestek n°. 110 dienst 1916, een partij straatklinkers, afkomstig uit een der bovenvermelde „kamerringovens met overslaande vlam” (die van de firma Gebroeders VAN DE KOPPEL) verwerkt tusschen de afstandcijfers:

32 920	en	33 000	over een oppervlakte van	278.40 M <sup>2</sup> .
33 507	„	33 682	„ „ „ „	682.50 „
40 485	„	40 612	„ „ „ „	494.10 „

Te zamen . . . . f 455.— M<sup>2</sup>.

Deze steen was zeer fraai en elke partij van één kleur en op het oog van één hardheid; de steenen waren volkomen vlak en van geheel gelijken vorm, homogeen op de breuk en vertoonden geenerlei gebreken.

Een monster van 24 steenen werd opgezonden naar het *Proefstation voor Bouwmaterialen Koning en Bienfait* en 10 hiervan onderzocht op wateropname, 10 op weerstand tegen druk, 6 op de slagproef en 6 met de zandstraal.

De *wateropname* bleek achtereenvolgens te bedragen 4.9, 3.5, 7.7, 4.2, 5.1, 8.0, 7.4, 7.3, 8.1 en 3.8 pct., gemiddeld 6 pct. van het volume. De grootste wateropname bedroeg 8.1 pct., de kleinste 3.5 pct. van het volume.

Volgens § 330 der A. V. (1915) mag de wateropname niet meer dan 10 pct. van het volume bedragen.

De *drukweerstand*, bepaald op de in genoemd proefstation gebruikelijke wijze door verdeeling der steenen in 2 stukken, welke op elkander worden gemetseld, bleek achtereenvolgens te bedragen: 710, 707, 721, 826, 749, 741, 674, 834, 718 en 853, gemiddeld 753 K.G. per c.M<sup>2</sup>. De grootste drukvastheid bedroeg 853, de kleinste 674 K.G. per c.M<sup>2</sup>.

Volgens § 330 der A.V. (1915) mag geen verbrijzeling van de steen plaats hebben bij een druk van minder dan 335 K.G. per c.M<sup>2</sup>.

Bij de *slagproef*, waarbij de steenen op smalle zijde in vochtig zand werden gedrukt en beproefd werden met een valgewicht van 10 K.G. waarvan de valhoogte te beginnen met 0.10 M. telkens met 0.10 M. verhoogd wordt, bleek de valhoogte, noodig om den steen te doen breken, achtereenvolgens te bedragen, 0.50, 0.60, 0.40, 0.60, 0.60 en 0.60 M., gemiddeld 0.55 M. De grootste valhoogte bedroeg 0.60 M., de kleinste 0.40 M.

Volgens mededeeling van genoemd proefstation, kan worden aangenomen dat een zeer goede, taaie straatklinker van normale grootte, op deze wijze beproefd, niet breekt vóór een valhoogte van 0.40 M. bereikt is; evenwel acht het proefstation den eisch, dat zij niet eerder breekt te hoog en is van oordeel, dat men zonder bezwaar als gemiddelde uit 10 proeven 30 c.M. zou kunnen vragen.

De *zandblaasproef*, waarbij de steenen gedurende 5 minuten werden blootgesteld aan de inwerking van een luchtstroom, welke onder opname van een gelijkmatige hoeveelheid droog duinzand onder een constanten druk van 2 atmosferen door een opening

tegen een bepaald cirkelvormig oppervlak van de steen geblazen werd, leerde, dat het gewichtsverlies der steenen bedroeg 17.4, 14.45, 17.3, 15.2, 14.4 en 15.2 gram, gemiddeld 15.658 gram. Het grootste gewichtsverlies bedroeg 17.4, het kleinste 14.4 gram.

Voor een goeden straatsteen kan een gewichtsverlies van 15 à 40 gram worden aangenomen.

Uit deze proeven valt af te leiden, dat het onderzochte monster aan hooge eischen voldeed.

Dat intusschen deze uitkomsten zeker niet een te gunstig beeld geven van de hoedanigheid der uit den vermelden oven afkomstige steen, kan blijken uit de hieronder vermelde uitkomsten van de beproeving van een door den eersten ondergeteekende uit de in Augustus 1916 op de fabriek aanwezige tassen straatsteen getrokken monster van 18 steenen, weergevende het gemiddelde dier tassen.

*Wateropname:* 2.6, 2.8, 3.2, 2.9, 3.1, 2.6, 3.1, 3.0, 2.7, 2.8, 3.3, 3.7, 3.1, 2.8, 2.8 en 3.1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, gemiddeld 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> van het volume. Grootste wateropname 3.7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, kleinste 2.6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> van het volume.

*Drukweerstand:* 886, 1020, 934, 919, 959 en 847 K.G. per cM<sup>2</sup>., gemiddeld 928 K.G. per cM<sup>2</sup>. Grootste drukweerstand 1020, kleinste 847 K.G. per cM<sup>2</sup>.

*Slagproef:* 0.60, 0.90, 0.70 en 0.50 M., gemiddeld 0.675 M. valhoogte. Grootste valhoogte 0.90 M., kleinste valhoogte 0.50 M.

*Zandblaasproef:* 22.2, 27.1, 20.8, 21.6, 23.3 en 21.1, gemiddeld 22.7 gram gewichtsverlies. Het grootste gewichtsverlies bedroeg 27.1, het kleinste 20.8 gram.

Dit laatst bedoelde monster voldeed derhalve, behalve wat de zandblaasproef betreft, aan nog aanmerkelijk hoogere eischen dan dat, getrokken uit de langs den Rijksweg Zutphen—Deventer aangevoerde partijen.

Volgens den fabrikant vindt dit zijn verklaring in de omstandigheid, dat voor den weg Zutphen—Deventer steen geleverd is, welke gebakken werd kort nadat de oven in gebruik was genomen. Sindsdien zijn menging van grondstof en sorteering nog verbeterd.

Het onderzoek van een monster door den Opzichter van den Rijkswaterstaat M. IN 'T HOUT getrokken op de fabriek van de „N. V. Steenfabriek v/h S. G. VAN DE POL”, te Eck en Wiel gaf de volgende resultaten:



*Wateropname:* 4.6, 2.2, 1.6, 1.7, 3.9, 2.0, 1.6, 1.6, 1.6, 1.7, 2.7, 3.1, 1.7, 2.0, 2.7, 3.1, gemiddeld 2.36 pct. van het volume. Grootste wateropname 4.6 pct., kleinste 1.6 pct.

*Drukweerstand:* 886, 786, 882, 890, 757, 926, gemiddeld 855 K.G. per c.M.<sup>2</sup>. Grootste drukweerstand 926, kleinste 757 K.G. per c.M.<sup>2</sup>.

*Slagproef:* 0.70, 1.00, 1.00, 1.00, 1.20, 0.80 M., gemiddeld 0.95 M. valhoogte. Grootste valhoogte 1.20 M., kleinste 0.70 M.

*Zandblaasproef:* 21.45, 21.70, 22.20, 22.10, 21.6, 21.7 gemiddeld 21.76 gram gewichtsverlies. Grootste gewichtsverlies 22.20, kleinste 21.45 gram.

Hoewel de hoedanigheid van de straatsteen, behalve van het bakken, ook in hooge mate van vele andere factoren afhankelijk is (o.a. de hoedanigheid der grondstof) en er dus geen zekerheid bestaat dat overal met „kamerringovens met overslaande vlam” dezelfde fraaie straatsteen kan worden gebakken, als die afkomstig van de hierboven vermelde fabrieken, achten wij het niet gewaagd aan de hand van de gunstige door ons opgedane ervaring de verwachting uit te spreken, dat de invoering dezer ovens tengevolge zal hebben, dat goede straatsteen in grooter hoeveelheid aan de markt zal worden gebracht, dan tot nu toe het geval was.

**Voordeelen verbonden aan het gebruik van zeer goede straatsteen.** Aan het gebruik van dergelijke vlakke, en niettemin taaie, straatsteen met groote drukvastheid en zonder gebreken zijn de volgende, vooral ook in verband met de hooge eischen, welke het sterk toenemend automobieler verkeer stelt, belangrijke voordeelen verbonden.

In de eerste plaats heeft de ervaring geleerd, dat straatsteen van goede hoedanigheid in den weg ook werkelijk een veel langeren levensduur heeft dan steen van mindere kwaliteit en dat, met name bij herstrating, zij nog een groot percentage bruikbaar materiaal oplevert. Bovendien vertoont een weg van goede, vlakke, goed gesorteerde en goed gestrate klinkers lang niet zoo spoedig putten en kuilen als een weg van klinkers, welke niet aan deze eischen voldoen, zoodat herstrating niet zoo spoedig noodig is.

Bij toepassing van steenen met regelmatig en vlakken vorm zal een effen rijvlak gemaakt kunnen worden en zullen de voegen smal kunnen zijn, <sup>1)</sup> hetgeen de stofplaaq zal verminderen.

Een en ander zal aanmerkelijk bijdragen tot veraangenaming van het verkeer en vermindering van den last, welke de aanwonenden en de weggebruikers van de stof ondervinden.

Tenslotte is aan den aanvoer van goede, goed gesorteerde straatsteen nog het voordeel verbonden, dat de bestratingen direct kunnen worden uitgevoerd. Niet alleen worden daardoor het tijdverlies en de kosten verbonden aan het op den weg sorteeren vermeden (waarbij in den regel de Rijksarbeiders behulpzaam zijn, zoodat over hen gedurende dien tijd niet voor andere werkzaamheden beschikt kan worden), doch bovendien zijn de steentassen spoediger van de wegbermen verwijderd.

Hebben wij hiervoor als onze verwachting uitgesproken, dat in den eerstkomenden tijd meer goede straatsteen dan vroeger op de markt zal worden gebracht en gewezen op de groote voordeelen daaraan verbonden, thans zal de vraag behandeld worden, welke maatregelen het wenschelijk is te nemen, opdat het Rijk de beschikking over die goede straatsteen zal verkrijgen.

**Voordeelen verbonden  
aan afzonderlijke  
aanbesteding van de  
levering van  
straatklinkers.**

Bij den Rijkswaterstaat wordt, in tegenstelling met hetgeen bij de meeste gemeenten gebruikelijk is, in den regel de leverantie van straatklinkers voorgeschreven in bestekken, krachtens welke ook andere werkzaamheden moeten worden uitgevoerd. Deze werkzaamheden bestaan uit het verwerken der straatklinkers en veelal uit onderhoudswerkzaamheden, welke met de te leveren straatklinkers geenerlei verband houden. Het gevolg hiervan is dan ook, dat de straatklinkers nagenoeg nimmer — behoudens in het zeer

---

<sup>1)</sup> Bij de uitvoering van bestek n<sup>o</sup>. 110, dienst 1916 is gebleken, dat bij het gewone straatwerk in den weg nog geen 0.6 steen per M<sup>2</sup>. minder is verwerkt dan in de, met bijzondere zorg en zonder tusschenvoeging van zand, uitgevoerde proefvakken.

De steenen werden aangevoerd in 3 partijen; er gingen resp. 88.8, 86.5 en 86.03 steenen in de M<sup>2</sup>.

bijzondere geval, dat een steenfabrikant aannemer is — rechtstreeks door de steenfabrikanten aan het Rijk worden geleverd.

Op het ongewenschte van een dergelijke regeling werd reeds meerdere malen gewezen en wel o. a. door den Heer A. VAN DE KOPPEL en den Heer T. HUITEMA in hunne eerder vermelde in „De Ingenieur” verschenen artikelen, door den Heer H. A. VAN IJSSELSTEYN, Directeur-Generaal van den Arbeid, in zijn in „De Ingenieur” van 1916, n<sup>o</sup>. 6 verschenen artikel „De oud-vaderlandsche baksteenindustrie bedreigd” en door den eerstondergeteekende in een ingezonden stuk, voorkomende in „De Ingenieur” van 1916, n<sup>o</sup>. 12.

Aan het bestaande stelsel zijn in hoofdzaak drie bezwaren verbonden en wel:

1<sup>o</sup>. veelvuldig tracht de aannemer die steen te leveren, welke naar zijn oordeel nog juist zal worden goedgekeurd; is hij in de gelegenheid voor een betrekkelijk weinig hooger prijs een veel betere partij aan te koopen, dan doet hij zulks niet, daar het Rijk hem voor die veel betere steen niet extra betaalt;

2<sup>o</sup>. de aannemer, die het bestratingswerk per M<sup>2</sup>. betaald krijgt, tracht zoo weinig mogelijk steenen per M<sup>2</sup>. te verwerken, koopt derhalve gaarne getrokken steen en bevordert, dat de arbeiders zoo ruim mogelijk straten, hetgeen een zeer slechten invloed op de hoedanigheid van het geleverde werk heeft;

3<sup>o</sup>. door het Rijk moet aan den aannemer een zekere tusschenhandelaarswinst voor de levering der straatklinkers worden betaald.

**Ervaring in 1916  
opgedaan met  
afzonderlijke aanbe-  
steding van de levering  
van straatklinkers.**

Bovenstaande overwegingen gaven den tweeden ondergeteekende aanleiding voor te stellen om de uitvoering van buitengewone bestratingen op den Rijksweg van Zutphen naar Deventer in twee perceelen aan te besteden, waarvan het eerste omvatte het leveren en aanvoeren van de straatklinkers en het tweede het uitvoeren van de bestratingswerken. Het betreffende bestek, n<sup>o</sup>. 110, dienst 1916 werd 23 Juni 1916 door den Minister van Waterstaat goedgekeurd.

De levering van steen werd aangenomen voor f 3750,—, hetgeen na aftrek van de kosten van scheepsvracht, lossen, kadegeld,

vervoer en optassen en bijkomende onkosten, overeenkomt met f 23,35 per 1000 stuks franco scheepsboord aan de fabriek.

Met het instraten hebben de steenen het Rijk in den weg gekost f 2,76 per M<sup>2</sup>.

Betreffende het bestek kan worden medegedeeld:

1<sup>o</sup>. dat voorgeschreven was de levering van 1<sup>ste</sup> soort straatklinkers voor rijwegen voor een oppervlak van 1455 M<sup>2</sup>.;

2<sup>o</sup>. dat voor de kosten van aanvoer van de naastbij gelegen losplaats naar de plaatsen van verwerking en het optassen aldaar een verrekenpost was gesteld, omdat gevreesd werd, dat onbekendheid met de kosten, welke een en ander zouden vorderen, voor vele steenfabrikanten een beletsel zou vormen om in te schrijven;

3<sup>o</sup>. dat ter bepaling van het aantal benodigde klinkers proefvakken zouden worden gelegd van ten minste 10 M<sup>2</sup>., bestaande uit een dicht aaneengesloten bestrating zonder tusschenvoeging van zand;

4<sup>o</sup>. dat tenminste veertien dagen vóór den dag van aanbesteding door gegadigden een monster van 10 klinkers, naar hetwelk geleverd zou moeten worden, moest worden ingezonden;

5<sup>o</sup>. dat — behalve de gebruikelijke eischen — voorgeschreven was, dat de steenen niet meer dan 9 pct. van hun volume aan water mochten opnemen en dat de drukweerstand niet minder dan 450 K.G. per c.M<sup>2</sup>. en niet meer dan 750 K.G. per c.M<sup>2</sup>. mocht bedragen en dat de steen zorgvuldig naar kleur en hardheid gesorteerd moest worden aangevoerd.

Bij de aanbesteding van het onderwerpelijke bestek, welke op 18 Juli 1916 plaats had, bleek, dat er voor perceel I (levering van de straatklinkers) slechts één inschrijver was.

De ervaring in het arrondissement Haarlem met een afzonderlijke aanbesteding van de levering van straatsteen opgedaan (bestek n<sup>o</sup>. 135, dienst 1916), was niet veel gunstiger, en in het arrondissement Arnhem (bestekken n<sup>os</sup>. 104 en 109, dienst 1916) werd in het geheel niet ingeschreven.

Deze uitkomst van de proeven met de ook door vele steenafabrikanten zoo gewenschte afzonderlijke aanbesteding van de levering van straatklinkers moet in de eerste plaats worden toe-

geschreven aan de groote vraag naar straatklinkers in verhouding tot de productie, welke in 1916 tengevolge van den hoogen prijs en schaarschte der brandstof zeer was ingekrompen. Tengevolge hiervan bestond er voor de steenfabrikanten alle gelegenheid hun straatsteen op voordeelige wijze van de hand te doen en gevoelden zij waarschijnlijk weinig lust in te schrijven op een bestek, waarbij een strenge keur kon worden verwacht.

**Wenken voor volgende bestedingen.** Op grond van de ervaring bij de uitvoering van het meer genoemde bestek opgedaan en van besprekingen met steenfabrikanten, zijn wij van oordeel, dat het aanbeveling verdient bij de aanbestedingen van de levering van straatklinkers met het volgende rekening te houden:

1°. het is gewenscht, dat uit het opschrift van het bestek, van het aankondigingsbiljet en van de advertenties op in het oogvallende wijze blijkt, dat een afzonderlijke aanbesteding wordt beoogd van de levering van straatklinkers.

Voorts verdient het aanbeveling de advertenties te plaatsen, behalve in de gebruikelijke bladen, ook in „Klei” en in het „Algemeen Nederlandsch Advertentieblad” (uitgave T. C. B. TEN HAGEN, Den Haag).

2°. In gemeentebestekken wordt veelvuldig aanbesteed de levering van de straatsteen benodigd voor een bepaald oppervlak, met den in verband daarmee noodzakelijken aanleg van proefvakken. Dit geschiedde ook in het meergenoemde bestek n°. 110 dienst 1916. Hieraan is echter het bezwaar verbonden, dat er voor den aannemer een voordeel in gelegen is getrokken steen te leveren. In verband hiermede achten wij het beter in het bestek de levering van een zeker aantal steenen, zoomede de minimum afmetingen der steenen voor te schrijven.

3°. Het verdient aanbeveling het lossen, vervoeren en optassen der steen langs den weg niet aan de steenleveranciers op te dragen, aangezien zulks, mede in verband met den grooten afstand tusschen vele fabrieken en losplaatsen, voor hen te veel beslommingen met zich brengt, waardoor zij worden weerhouden in te schrijven. In verband hiermede zij aangeteekend, dat de bestekken der gemeente Rotterdam levering franco op den wal op aan te wijzen

plaatsen, ten hoogste 100 M. van het te lossen schip eischen; bij grooteren afstand wordt een vergoeding van meerder losloon toegekend. De gemeente Amsterdam eischt levering franco op den wal voor één of meer aan te wijzen opslagplaatsen aan bevaarbaar water binnen de gemeente.

Het opdragen van het lossen, vervoeren en optassen aan de aannemers van het straatwerk is echter evenmin gewenscht. Deze zullen in het algemeen eenvoudige straatmakers zonder middelen zijn, wien het dikwijls moeilijk zal vallen om op de uitkeering van de aannemingssom of een termijn hiervan te wachten en zij zullen niet in staat zijn de kosten van vervoer enz. voor te schieten.

De beste oplossing schijnt dus te zijn deze werkzaamheden, waaronder ook het lossen uit het schip ware te begrijpen, door derden op declaratie te doen geschieden, wanneer althans de Directie kan beschikken over voldoende geschikt en betrouwbaar personeel. Er mag vertrouwd worden dat de Directie met de gebruikelijke tarieven voldoende bekend is om er voor te kunnen waken, dat deze werkzaamheden tegen eene billijke vergoeding worden uitgevoerd. In de bestekken moet de bepaling worden opgenomen, dat de steenleverancier ten minste 14 dagen van te voren aan den betrokken opzichter opgave doet van het tijdstip van aankomst van het schip voor den wal.

4°. Het is gewenscht het tijdstip van levering niet te stellen in de maanden October, November, December en Januari en niet binnen 2 maanden nadat de fabrikant zekerheid heeft, dat hij haar zal moeten uitvoeren.

**Premie voor de levering van zeer goede straatsteen.** Hoewel met grond mag worden verwacht, dat het verkrijgen van goede straatsteen zal worden bevorderd door afzonderlijke aanbesteding van de levering van dit materiaal zal naar ons oordeel met dezen maatregel niet kunnen worden volstaan om het gewenschte resultaat te bereiken. Opdat zooveel mogelijk goede straatklinkers voor de Rijkswegen worden verkregen, achten wij nog een tweeden maatregel noodig.

In ons land worden straatklinkers vervaardigd, welke aan zeer hooge eischen voldoen en, zooals eerder in dit rapport werd aangetoond, mag verwacht worden, dat tengevolge van de invoering

van de „kamerringovens met overslaande vlam”, de jaarlijksche productie van uitnemende straatklinkers aanmerkelijk zal toenemen. Voorshands is die productie echter te gering om uitsluitend de levering van allerbeste straatsteen met succes overal te kunnen eischen.

Het is intusschen voor het Rijk van groot belang, dat zooveel mogelijk straatsteen van uitnemende hoedanigheid ten behoeve van de Rijkswegen wordt aangekocht, ook indien hiervoor een hoogere prijs dan voor steen van mindere hoedanigheid betaald moet worden.

Bovendien is het nationaal belang er in hooge mate bij betrokken, dat de fabricage van zeer goede straatklinkers zooveel mogelijk wordt bevorderd, opdat dit Nederlandsche bestratingsmateriaal de mededinging tegen de buitenlandsche materialen zal kunnen volhouden.

In verband met een en ander zou het aanbeveling verdienen in de bestekken te bepalen, dat, indien bijzonder goede steen wordt aangeboden, een premie zal worden toegekend.

Naar ons oordeel zouden in de betreffende bestekken de volgende voorschriften zijn op te nemen :

**Voorschriften, betreffende de hoedanigheid van straatsteen, in de bestekken op te nemen.**

Straatklinkers moeten zijn van Nederlandsch fabrikaat, vlak en geheel en regelmatig doorbakken.

Zij mogen geen scheuren, steentjes, oerdeelen, verbrande koppen of aangebakken sintels hebben en moeten zorgvuldig gesorteerd naar kleur en hardheid aangevoerd worden.

Zij moeten regelmatig van vorm zijn en ten minste de volgende afmetingen hebben : lengte 19,5 c.M., breedte 8 c.M. en dikte 4,8 c.M.

Zij moeten voorts aan de volgende eischen voldoen :

1°. Bij onderdompeling, na vooraf volkomen gedroogd te zijn, gedurende  $3 \times 24$  uur mag de wateropname van geen der steenen meer dan 9 pct. van zijn volume bedragen, terwijl bovendien het verschil tusschen het percentage der grootste en geringste wateropname niet meer dan 5 mag bedragen.

2°. De drukweerstand van geen der steenen mag in luchtdrogen staat minder dan 450 K.G. per c.M<sup>2</sup>. bedragen.

3°. Geen der steenen, op de smalle zijde in vochtig zand gedrukt en beproefd met een valgewicht van 10 K.G., waarbij de valhoogte te beginnen met 0.10 M. telkens met 0.10 M. vergroot wordt, mag breken vóór een valhoogte van 0.30 M. bereikt is.

**Premie.** Indien de geheele geleverde hoeveelheid bestaat uit steenen, voldoende aan hogere dan de hierboven sub 1°, 2° en 3° vermelde eischen, met dien verstande dat de wateropname niet meer dan 7 pct. en de drukvastheid ten minste 600 K.G. bedraagt en geen der steenen breekt, voordat een valhoogte van 0.40 M. bereikt is, worden elke 1000 geleverde steenen voor 1150 berekend.

Indien de geheele partij bestaat uit steenen voldoende aan hogere, dan de hierboven sub. 1°, 2° en 3° vermelde eischen met dien verstande, dat de wateropname niet meer dan 5 pct. en de drukvastheid ten minste 750 K.G. bedraagt en geen der steenen breekt voordat een valhoogte van 0.50 M. bereikt is, worden elke 1000 geleverde steenen voor 1300 berekend,

**Gebakken keien.** Wij achten het van belang hier nog mede te deelen, dat de invoering van de „kamerringovens met overslaande vlam” het mogelijk heeft gemaakt gebakken keien te vervaardigen, welke aan hoge eischen voldoen, iets dat tot voor korten tijd in ons land — zoover bekend — nimmer gelukt was.

Door de firma Gebroeders VAN DE KOPPEL worden onder den naam van „Koppelklinkers” gebakken keien in den handel gebracht, lang  $\pm 20.5$  c.M., breed  $\pm 11.5$  c.M. en dik  $\pm 9.5$  c.M. Zij zijn geheel doorbakken en van dezelfde hoedanigheid als de beste in de fabriek der genoemde firma vervaardigde klinkers.

Van een tas dezer keien werd door den eersten ondergeteekende een monster getrokken, dat in het eerder genoemde proefstation op wateropname en drukvastheid werd beproefd.

De wateropname bedroeg 3.1, 3.5, 2.1, 2.2, 3.5 en 2.2, gemiddeld 2.8 pct. van het volume; de drukweerstand 845, 947, 695 en 1123, gemiddeld 903 K.G. per c.M<sup>2</sup>.

De prijs dezer keien bedroeg in September 1915 f 70 per duizend, franco in het schip aan de fabriek. Per M<sup>2</sup>. moeten ongeveer 40 keien verwerkt worden, zoodat zij een niet zeer dure bestrating opleveren.



Het nemen van een proef met deze gebakken keien is naar onze meening gewenscht te achten.

**Wenschelijkheid van voldoende toezicht bij de uitvoering van straatwerk.** Ten slotte meenen wij er nog de aandacht op te moeten vestigen, dat het van zeer veel belang is, dat het straatwerk zeer zorgvuldig door bekwame ambachtslieden onder een goed profiel en zoo dicht mogelijk aaneengesloten wordt uitgevoerd. Dit punt wordt dikwijls te veel uit het oog verloren en te eenzijdig gelet op de kwaliteit van de klinkers; intusschen hangt een behoorlijke uitvoering van het straatwerk ten nauwste samen met den vorm van den klinker.

Deskundig en streng toezicht bij de uitvoering van straatwerk moet zoo mogelijk te allen tijde plaats hebben.

$\frac{\text{Assen}}{\text{Zutphen}}, \frac{20}{19}$  Januari 1917.

*De Ingenieurs van den Rijkswaterstaat,*

L. R. WENTHOLT.

A. G. BEELAERTS VAN BLOKLAND.

OVER FRIESCHE STEEN,  
IN HET BIJZONDER IN FRIESLAND GEBAKKEN  
STRAATSTEEN,

DOOR DEN INGENIEUR VAN DEN RIJKSWATERSTAAT  
DR. L. R. WENTHOLT.

**Algemeene opmerkingen.** Een in 1914 door de Vereeniging van Steenfabrikanten in Friesland, genaamd Naamlooze Vennootschap „de Friesche Steenhandel”, te Leeuwarden tot den Minister van Waterstaat gericht adres gaf aanleiding tot een uitvoerig onderzoek naar de in Friesland gebakken steen en tot het nemen van een proef met dit materiaal op den Rijksweg Assen-Meppel te Smilde. Bij het instellen van bedoeld onderzoek was de Opzichter van den Rijkswaterstaat, M. F. OORTGIJSEN ondergeteekende behulpzaam. Ten einde een inzicht in de hoedanigheid en de vervaardiging van de Friesche steen te verkrijgen werd in 1914 door ondergeteekende een bezoek gebracht aan verschillende steenfabrieken bij Harlingen en aan eenige, in Friesche steen uitgevoerde, bouwwerken. Voorts werden door het bestuur der N.V. „de Friesche Steenhandel” verscheidene gegevens verstrekt en heeft de Opzichter OORTGIJSEN verschillende, met Friesche steen bestrate, wegvakken in oogenschouw genomen.

Het ingestelde onderzoek heeft het volgende geleerd:

**Omvang van het bedrijf.** Behalve door één fabriek te Rijs in Gaasterland, welke in 1914 tijdelijk was stop gezet, en één fabriek te Dokkum, welke naar den aard der grondstof eigenlijk Groningsche steen vervaardigt, wordt de Friesche steenbakkerij uitsluitend uitgeoefend in den noordwesthoek van de provincie, begrensd door de lijn Harlingen-Bolsward-Sneek-Leeuwarden-Wijns-Oude-Bildtzijl, en wel in 23 fabrieken (waarvan één in 1914

tijdelijk was stop gezet) met een gezamenlijke jaarlijksche productie van ruim 51,5 miljoen steenen waarvan bijna 20 miljoen steenen van den Waalvorm, de overige drielingen waren (zie de bijlage van dit rapport). Gedurende de campagne 1916 hebben verscheidene steenfabrieken in Friesland, ten gevolge van de moeilijkheden, welke zich in verband met den oorlogstoestand hebben voorgedaan, stil gestaan.

De meest noordelijk gelegen 5 fabrieken, n.l. 1 te Oude-Bildtzijl, 3 te Berlicum en 1 te Wijns bakken roode steen. Meer zuidelijk, te Ried (1 fabriek), Harlingen (9 fabrieken), Dronrijp (1 fabriek), Bolsward (2 fabrieken) en Sneek (1 fabriek) komt alleen gele steen voor; te Franeker (3 fabrieken) en te Leeuwarden (1 fabriek) wordt zoowel gele als roode steen gebakken.

Gedurende de campagne 1914 vonden op deze fabrieken 730 mannen boven 20 jaar, 230 jongens onder 20 jaar en 100 à 150 vrouwen werk.

**Stichting van de  
N.V. „de Friesche  
steenhandel”.**

Zooals hieronder nog nader zal worden uiteengezet, drukt de groote kostbaarheid van de Friesche steenovens van beperkte grootte op de productiekosten. Tengevolge hiervan was tot nu toe de concurrentie buiten Friesland meestal zoo goed als uitgesloten. Bovendien is er in den regel weinig vraag naar groote partijen, omdat de verbruiker te geringe zekerheid heeft, beteekenende hoeveelheden onmiddellijk leverbaar te vinden.

Ten gevolge van een en ander ontwikkelde zich de Friesche steenbakkerij niet in die mate tot groot bedrijf als dit met de Waalsteenfabricage het geval was, en bleef meer gericht op de vervaardiging van siersteen, die in verband met haar fraaie kleur ook buiten Friesland gebruikt wordt, en op die van drielingen, welke voor de bestrating van trottoirs, binnenplaatsen en stoepen zeer gewild zijn, zoodat voor deze soorten hooge prijzen gemaakt kunnen worden.

Ondanks deze flinke prijzen bevredigt de geringe omzet den fabrikanten niet meer en nu de Waalsteen in de laatste jaren steeds duurder en als straatsteen veelal slecht gesorteerd in den handel wordt gebracht, achten de fabrikanten den tijd aangebroken om pogingen aan te wenden, ten einde het Friesche steenbakkersbedrijf grooteren omvang te verleenen, door den omzet van bouwen straatsteen uit te breiden.

In verband hiermede zijn reeds de volgende stappen gedaan :

1°. de ringoven is in Friesland ingevoerd ;

2°. de Friesche steenfabrikanten hebben de Naamlooze Vennootschap „de Friesche Steenhandel” opgericht, welke vennootschap krachtens artikel 2 der statuten ten doel heeft :

a. het koopen en verkoopen van Friesche gele en roode steen, bij voorkeur gefabriceerd door fabrikanten, aandeelhouders der vennootschap ;

b. de belangen van de Friesche steenindustrie te bevorderen. Men stelt zich voor, dat door de stichting der N. V. het mogelijk zal zijn om met vereende krachten te kunnen voldoen aan de navraag naar grootere partijen steen.

Tot de vennootschap behooren de eigenaars der op de bijlage het eerst vermelde 21 fabrieken.

**Het vervaardigen der Friesche steen.** Het vormen van de Friesche steen geschiedt op 3 wijzen, die van grooten invloed zijn op de bruikbaarheid van het materiaal.

Nog steeds handhaaft zich de ouderwetsche *handvormcrisj*, waarbij de tamelijk slappe klei in het houten vormbakje wordt gesmakt en met de hand wordt afgestroken. Door de snelheid, waarmede dit werk geschiedt, neemt de steen zelden den scherpkantigen vorm van het bakje aan en door den slappen toestand waarin de klei verkeert, lijdt de zuivere vorm bovendien bij het uit het vormbakje kantelen en neerleggen op de droogplaats. Deze onregelmatige vorm heeft het nadeel, dat de uitstekende randjes en hoekjes gemakkelijk afbrokkelen, hetgeen voor waterwerken en bestratingsmateriaal ongewenscht is.

De handvormsteen is dan ook beslist van mindere hoedanigheid dan de nader te vermelden bezande en strengperssteen. Professor VAN DER KLOES is van oordeel, dat „een andere reden dan wantrouwen bij fabrikanten en afnemers, tegenover het nieuwe of hetgeen daar voor aangezien wordt, voor het vasthouden aan handvormen niet is aan te voeren.”

(Onze Bouwmaterialen, 2e druk, deel II, blz. 115).

In de *vormbakmachine* wordt de minder slappe klei machinaal stevig in den vormbak gedrukt. De steen neemt onder den grooten

druk vrij zuiver den vorm van den bak aan en lijdt door de grootere stijfheid minder bij het uitkantelen. Zij is daardoor veel regelmatiger van aanzien dan de handvormsteen. Om de steenen gemakkelijker uit de vormen te doen vallen, wordt bij deze werkwijze de vorm met zand bestrooid. Dit zand bakt aan de steenen vast en verschaft aan de op deze wijze gevormde steen den naam van *bezande steen*.

Voorts wordt de vormerij met de *strengpers* toegepast. De klei wordt door een rechthoekige opening geperst, die de breedte heeft van een strek en de hoogte van een kop. Van die uitgeperste stijve kleistreng worden, door middel van in een beweegbaar raam gespannen staaldraden, plakken afgesneden ter dikte van een steen. De wanden van de metalen uitmonding geven de streng een glad vlak oppervlak. De op deze wijze gevormde steenen hebben dus drie gladde zijkanten (de onderkant van de streng wordt, doordien deze na het verlaten van het mondstuk op met vilt bekleede rollen valt, weer eenigermate ruw) en twee vlakke doch niet gladde afsnijvlakken. De zuivere vorm en het gladde uiterlijk geven den fabrikanten aanleiding deze steenen tot siersteenen te bestemmen en ze duur te houden.

De Friesche steen vereischt een hoogere temperatuur bij het *bakken* dan de Waalsteen. Tusschen die hoogere temperatuur en het smeltpunt ligt slechts weinig speling, ten gevolge waarvan het stoken meer zorg vereischt. Dit is de voornaamste reden, dat de Friesche steenovens anders zijn ingericht dan die aan de groote rivieren. Terwijl de ovens aan deze rivieren bestaan uit twee evenwijdige muren van binnen zekere grenzen onbepaalde lengte, wordt de Friesche steenoven door 4 muren omgeven en is hij geheel in een schuur ingebouwd. Het is aan de gelijkmatige hitte en aan de gelijkslachtingheid van de klei toe te schrijven, dat de Friesche steenoven, naar den graad van doorbakkenheid en kleur, zooveel minder uiteenlopende soorten oplevert dan bij de Waalsteen worden aangetroffen. Niet alleen de verschillende soorten van één fabriek, doch ook de producten van verschillende fabrieken, vertoonen een opvallende gelijkmatigheid van kleur.

Ten gevolge van het geringe verschil tusschen de temperatuur, waarbij de steen moet worden gebakken en het smeltpunt schijnt

het niet wel uitvoerbaar eenigszins groote partijen gesinterde <sup>1)</sup> (groene) Friesche steenen te leveren; althans komen dergelijke groene Friesche steenen, welke ongetwijfeld een uitmuntende straatsteen vormen, slechts bij uitzondering voor en — zooals nader zal worden besproken — wordt een ander materiaal door de Friesche baksteenfabrikanten als straatsteen aanbevolen.

De groote kostbaarheid van de Friesche steenovens van beperkte grootte (ongeveer 10 bij 10 M.) drukt op de productiekosten.

**Gebruik als metselsteen.** Omtrent de bruikbaarheid van de Friesche steen als metselsteen leggen verschillende oude bouw- en waterbouwkundige werken in Friesland het gunstigste getuigenis af. Er is geen enkele reden om aan te nemen, dat de Friesche metselsteen in deugdelijkheid bij de overige Nederlandsche baksteen zou achterstaan.

Voor waterstaatswerken zal wegens den onregelmatigen vorm de *handvormsteen* in het algemeen niet in aanmerking kunnen komen.

Ook de *strengperssteen* zal bij dergelijke werken in het algemeen niet in aanmerking kunnen komen in verband met haar zeer hoogen prijs.

Er blijft dus te bespreken de *vormbakmachine- of bezande steen*. Aangezien de *drieling* duur metselwerk geeft en voor straatsteen in rijwegen te klein is te achten, kan ook zij verder buiten beschouwing blijven. Blijkens de bijlage dezès is de jaarlijksche productie van bezande steen van den Waalvorm te schatten op 10 000 000 stuks. <sup>2)</sup>

Voor metselwerk, dat aan de hoogste eischen heeft te voldoen kan worden gebezigd de klinkermop 1e soort waarvan de prijs in 1914 bedroeg f 17.— per 1000 aan de fabriek. <sup>3)</sup>

In gelijke mate doorbakken, doch iets minder onberispelijk van vorm, is de klinkermop 2e soort, welke een goede steen voor landhoofden, pijlers, sluis- en kaaimuren, enz. vormt, prijs f 16.15.

---

<sup>1)</sup> Onder „sinteren” wordt verstaan het samenbakken van de klei tengevolge van het smelten van enkele bestanddeelen uit de klei.

<sup>2)</sup> In verband hiermede zij aangeteekend, dat volgens de door de Vereeniging van Nederlandsche Baksteenfabrikanten in 1910 uitgegeven brochure „Klinker” (blz. 11) de jaarproductie van de geheele baksteenindustrie in ons land ongeveer 1 000 000 000 stuks bedraagt.

<sup>3)</sup> Ook de verder te noemen prijzen zijn die van het najaar 1914, dus die, welke golden vóór dat de Europeesche oorlog zijn invloed op den prijs deed gelden.

Het aantal klinkers is ongeveer 20<sup>0</sup>/<sub>10</sub> van de productie.

Veelal wordt voor bovenbedoelde werken ook gebezigd de *beste gele mop*, die tevens voor gevelsteen in aanmerking kan komen; deze steen is ongeveer op één lijn te stellen met het beste hardgrauw; prijs f 14.45.

Met het boerengrauw komt de *ondergele mop* (prijs f 13.60) en met het rood de *boute mop* (prijs f 11.90—f 12.75) in hoedanigheid ongeveer overeen.

De prijzen van de Waalsteen bedroegen Juli 1914: metselklinkers f 14.25—f 17.25; hardgrauw f 13.00—f 15.75; boerengrauw f 11.75—f 14.25; rood f 11.00—f 11.50 franco scheepsboord aan de fabriek.

De prijzen der Friesche- en der Waalsteen ontlieden elkaar in den zomer van 1914 dus niet veel.

**Gebruik als straatsteen.** Zoals hierboven reeds werd medegedeeld, is het moeilijk uit de Friesche steenklei een eenigszins beteekende hoeveelheid steenen te bakken van een graad van doorbakkenheid even beneden het smeltpunt, in de gelijkmatigheid, die voor straatsteen een hoofdvereischte is. De vraag is nu of de iets minder doorbakken soort nog voor straatsteen in aanmerking zou komen. De N. V. „De Friesche Steenhandel” beveelt als zoodanig aan de *klinkermop 2e soort*. Ook hier kan alleen sprake zijn van de *vormbakmachine- of bezande steen*,

Van een monster van 10 steenen, door een der fabrikanten en den ondergeteekende getrokken en onderzocht door Professor VAN DER KLOES te Delft, bleek de drukvastheid in K.G. per c.M<sup>2</sup>. te bedragen 452, 478, 406, 504, 508, 512, 522, 534, 568 en 590.

In dit opzicht voldoet het monster dus ruim aan § 330 der A. V., waarin bepaald wordt, dat geen verbrijzeling van de steen mag plaats hebben bij een druk van minder dan 335 K.G. per c.M<sup>2</sup>.

De wateropname van dezelfde steenen bedroeg achtereenvolgens in volumeprocenten 17.8; 19.1; 16.8; 21.7; 17.7; 16.8; 18.8; 19.2; 16.4 en 18.8. In § 330 der A. V. wordt een wateropname van ten hoogste 10<sup>0</sup>/<sub>10</sub> van het volume geëischt.

Dezelfde steenen werden gedurende 5 minuten blootgesteld aan de inwerking van een luchtstroom, welke onder opname van een gelijkmatige hoeveelheid droog duinzand onder een constanten

druk van 2 atmosferen, door een opening tegen een bepaald enkelvormig oppervlak van de steen geblazen werd. <sup>1)</sup>

Het gewichtsverlies na de proef (zandblaasproef) bedroeg in grammen achtereenvolgens: 51.1; 54.8; 66.3; 51.3; 51.6; 50.1; 60.5; 76.4; 50 en 53.7. Voor het gewichtsverlies van Waalstraatklinkers kan volgens verkregen inlichtingen 15 tot 40 gram worden aangenomen.

De wateropname van het monster voldoet dus niet aan de A. V. en ook uit de zandblaasproef zou zijn op te maken, dat de Friesche klinker aan mindere eischen dan de Waalklinker voldoet. Professor VAN DER KLOES deelde naar aanleiding van het onderzoek mede, dat „het te betreuren is, dat de Friesche steenbakkers van hun uitmuntende grondstof geen beter straatmateriaal weten te vervaardigen”.

Uit de genomen proeven viel intusschen naar dezerzijdsch oordeel niet zonder meer te besluiten, dat de Friesche bezande steen geen deugdelijke straatsteen zou vormen. In de eerste plaats toch pleit voor dit materiaal de groote drukvastheid. Voorts viel bij het bezoek aan de steenfabrieken op, dat in de vele steentassen zoo weinig steenen werden aangetroffen, waarvan hoekjes waren afgebroken en ten slotte waren de verkregen inlichtingen omtrent de ervaring met Friesche straatsteen in Friesland opgedaan niet ongunstig. <sup>2)</sup> De Opzichter OORTGIJSEN deelde, na met den betrokken gemeente-architect een bezoek te hebben gebracht aan den weg van Peperga naar Noordwolde, waarin 7 met Friesche steen bestrate vakken ter gezamenlijke lengte van  $\pm$  1480 M. voorkomen, het volgende mede:

„Wat mij echter bijzonder trof, was, dat het mij, ondanks „ijverig zoeken, niet gelukte een gebroken steen in den weg aan „te treffen, ook niet in een vak van 300 M. lengte, liggende midden „voor eene boterfabriek, hetwelk was aangelegd in 1911. In vakken „Waalsteen waren zonder veel zoeken ettelijke gebroken steenen „te vinden.”

---

<sup>1)</sup> Het gebezigde zandstraaltoestel vindt men beschreven en afgebeeld in het tijdschrift „Bouwstoffen”, 1e jaargang, N<sup>o</sup>. 4.

<sup>2)</sup> Intusschen bleek wel, dat in Friesland slechts een betrekkelijk zeer gering gebruik van Friesche steen voor verharding van wegen wordt gemaakt.



Bovendien zou het, volgens verkregen inlichtingen niet voorkomen, dat steenen onder den straatmakershamer breken, hetgeen bij Waalsteen geen zeldzaamheid is.

In verband met een en ander werd de gevolgtrekking gemaakt, dat de Friesche steen zeer taai zou zijn.

Ten slotte werd verwacht, dat Friesche straatsteen in bijzonder gelijkmatige partijen zou worden aangevoerd.

Daar taaiheid en gelijkmatigheid van bestratingsmateriaal van zeer veel belang zijn, werd in weerwil van de groote wateropname en de ongunstige resultaten van de zandblaasproef, het maken van een proefbestrating van Friesche steen gewettigd geacht.

**Proef met Friesche straatsteen.** Op dezerzijdsch voorstel werd besloten tot het maken in 1915 van een vak bestrating met Friesche steen, lang 190 M., op den Rijksweg van Assen naar Meppel in de gemeente Smilde, tusschen de H.M. palen 79 en 81.

Bij de vaststelling van de krachtens het bestek (bestek n<sup>o</sup>. 128, dienst 1915) aan de steen te stellen eischen is overleg gepleegd met het bestuur der N. V. „de Friesche Steenhandel”. Genoemd bestuur bleek van oordeel te zijn, dat de hoeveelheid water, welke de steen opneemt, geen maatstaf voor de geschiktheid van de Friesche steen als bestratingsmateriaal is. Er werd in verband daarmee door het bestuur prijs op gesteld, dat omtrent dit punt geen voorschriften zouden worden gegeven; met dit verlangen is rekening gehouden.

In het bestek werd omtrent de te leveren straatsteen bepaald:

dat de straatklinkers moeten zijn Friesche bezande gele klinkermoppen, gevormd in de vormbakmachine, van geen mindere hoedanigheid dan zoogenaamde klinkermoppen 2de soort, en in deugdelijkheid minstens overeenkomende met een vóór de besteding aan gegadigden te vertoonen monster;

dat alle steenen dezelfde gelijkmatig helder gele kleur vertoonen moeten, goed doorbakken moeten zijn en geen vertinde of verglaasde deelen mogen vertoonen; en

dat verbrijzeling van steenen niet mag plaats hebben bij een druk van minder dan 480 K.G. per  $\text{cm}^2$ .

Het bestek, waarvan de raming f 2000 bedroeg, werd aangenomen voor f 1939. De eenheidsprijs voor 1  $\text{M}^2$  klinkerbestrating bedroeg

volgens het bestek f 2; de bestrating heeft het Rijk dus rond f 1.94 per M<sup>2</sup>. gekost, d.i. naar schatting ongeveer 10 pct. minder dan het geval geweest zou zijn, indien Waalklinkers voorgeschreven waren geweest.

Bij de uitvoering van het bestek bleek, dat het voor de N.V. „de Friesche steenhandel”, aan wie de aannemer de levering der straatsteen had opgedragen, een lastige taak was, om de noodige steenen, voldoende aan de eischen van het bestek, te leveren. Althans de beide aanvankelijk aangevoerde partijen steen, groot respectievelijk 41 000 en 35 000 stuks, moesten worden afgekeurd, aangezien zij niet aan den eisch betreffende de drukvastheid voldeden. Van de eene partij bedroeg de drukvastheid van de steenen van het uit de partij getrokken monster respectievelijk 471, 454, 388, 373 en 658 K.G., van de andere partij 347, 537, 465, 473 en 480 K.G.

Nadat de steen was gesorteerd en de zachtste steenen waren uitgeschoten, werden nogmaals monsters getrokken en onderzocht, waarbij bleek, dat de drukvastheid der steenen, vormende het monster uit de eene partij, respectievelijk bedroeg 644, 634, 598, 519 en 451 K.G. per cm<sup>2</sup>. en der steenen, vormende het monster uit de andere partij, respectievelijk 696, 477, 386, 433 en 500 K.G.

Alhoewel alle steenen nog niet geheel aan den gestelden eisch betreffende drukvastheid voldeden, werden de beide partijen na de bovenvermelde sorteering goedgekeurd. Het bleek n.l., dat het niet wel mogelijk was uit de partijen de zachtste steenen te doen verwijderen; daar deze op het oog niet te onderkennen waren.

Aangeteekend zij nog, dat het sorteeren van Friesche straatsteen een buitengewoon lastig werk bleek te zijn, dat slechts uitgevoerd kan worden door iemand, die met dit materiaal ten volle bekend is. Door de N.V. werd daartoe een persoon uit Friesland naar Smilde gezonden. Voor het toezichthebbend personeel was het dikwijls zeer moeilijk om na te gaan waarom genoemde persoon de eene steen uitschoot en de andere in de partij deed verblijven.

De uitgeschoten steen werd door een nieuwe partij vervangen, welke — ook wat de drukvastheid betreft — aan de gestelde eischen voldeed. De drukvastheid van een uit deze partij getrokken monster van 10 steenen bedroeg respectievelijk 668, 637, 596, 609, 575, 548, 525, 662, 541 en 674 K.G. per cm<sup>2</sup>.

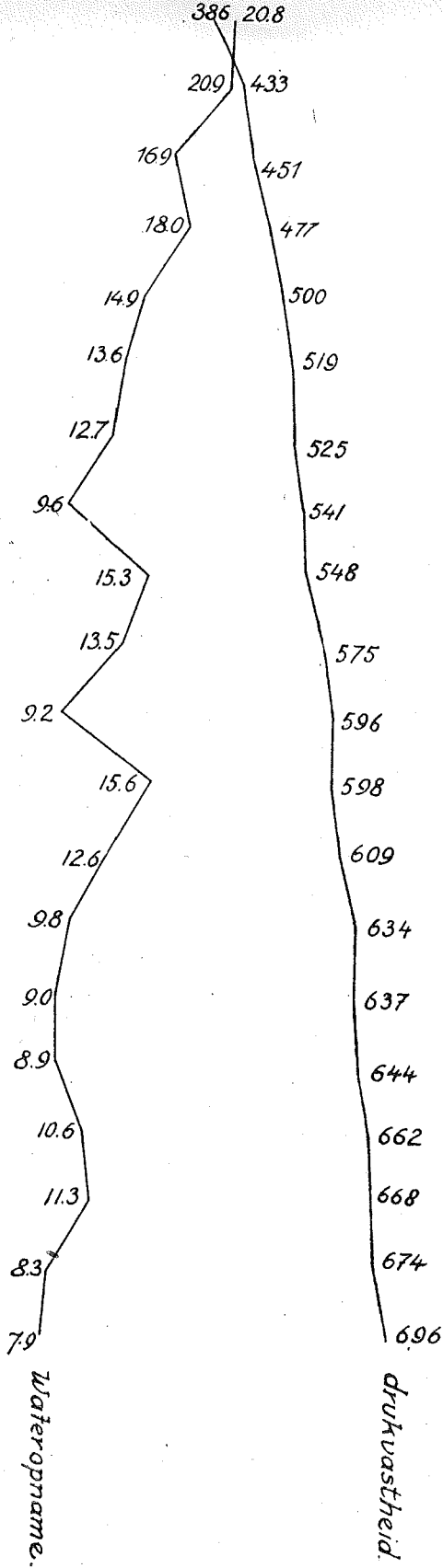


Fig. 1.

**Verband tusschen  
drukvastheid en  
wateropname der  
Friesche steen.**

Ten einde te kunnen nagaan of er verband bestaat tusschen de drukvastheid en de wateropname der Friesche steen zijn de steenen, welker drukvastheid is bepaald, van te voren op wateropname onderzocht. De uitkomsten van de door het *Proefstation voor Bouwmaterialen Koning en Bienfait* verrichte beproevingen zijn op nevenstaande tekening (fig. 1) grafisch voorgesteld.

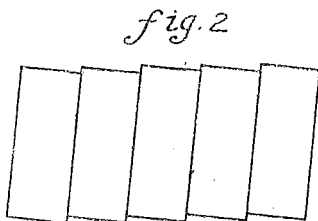
Hoewel de wateropname niet *geleidelijk* afneemt naar mate de drukvastheid toeneemt, blijkt intusschen wel dat in het algemeen een groote drukvastheid gepaard gaat met een betrekkelijk geringe wateropname, een kleine drukvastheid met een zeer groote wateropname. Van de 7 onderzochte steenen met een drukvastheid van meer dan 625 K.G./c.M.<sup>2</sup> hadden er slechts 2 een wateropname van meer dan 10 pct. De gemiddelde wateropname voor deze steenen bedroeg 9.4 pct. Daarentegen was de wateropname van 5 steenen, welke een drukvastheid van 500 K.G. of minder vertoonden, gemiddeld 18.3 pct. of bijna dubbel zoo groot als van de eerder vermelde 7 steenen met groote drukvastheid.

Ten slotte zij er, aan de hand der grafische voorstelling, op gewezen, dat op het oog en te oordeelen naar den klank de aangevoerde partijen zeer gelijkmatig waren. Uit de genomen proeven bleek echter, dat de hoedanigheid der verschillende steenen, zoowel wat de drukvastheid als wat de wateropname betreft, sterk uiteenliep. De invloed, welke dit laatste op de bestrating heeft gehad, zal hieronder worden besproken.

**Uitkomsten van het  
onderzoek naar den toe-  
stand der bestrating.**

Tweemaal, eens nadat de bestrating 9 à 10 maanden en eens nadat zij 14 à 15 maanden had gelegen, is door ondergeteekende een nauwkeurig onderzoek ingesteld naar den toestand, waarin zij zich bevond:

Alvorens de resultaten van dit onderzoek mede te deelen, zij er op gewezen, dat een gedeelte der steenen een weinig „over den kop” zijn gestraat, d.w.z. dat zij niet te lood staan, doch eenigszins schuin, zooals overdreven op de nevenstaande schets (fig. 2) is aangegeven.



Tijdens het straten is zulks niet opgemerkt en eerst toen het vak, gereed zijnde, door ondergeteekende werd opgenomen, viel de aandacht hierop.

Ongetwijfeld heeft deze omstandigheid een eenigszins ongunstigen invloed op de (tamelijk kantige) steen gehad. Waar hierna over de Friesche straatsteen een niet onverdeeld gunstig oordeel wordt uitgesproken, is dit intusschen gegrond op de ervaring, opgedaan op gedeelten van het vak, welke naar behooren, dus niet „over den kop”, gestraat waren.

Bij het onderzoek bleek, dat slechts zeer enkele der steenen gebroken waren; van de 2000 steenen, welke werden nagegaan, slechts 9, dus  $4\frac{1}{2}$  per 1000 steenen. In dit opzicht beantwoordde het materiaal derhalve geheel aan de daarvan gekoesterde verwachting.

Voorts bleek bij het eerste onderzoek, hetwelk bij vochtig weer plaats vond, dat de steenen in den weg een veel minder gelijkmatig aanzien hadden dan aan de tas. Zeer duidelijk deed de kleur de betere steenen van de slechtere onderscheiden. De hardere steenen, welke donker gekleurd waren, verkeerden in het algemeen in goeden toestand, de zachtere steenen, welke licht gekleurd waren, hadden daarentegen sterk door het verkeer geleden. De zachte steenen waren veelal aan weerszijden afgebrokkeld, sommige tot bijna de helft van de hoogte.

De indruk, welke bij het tweede onderzoek, dat bij droog vriezend weder geschiedde, van de steen werd verkregen, was gunstiger dan die bij het eerste onderzoek opgedaan. Zoover zulks viel te beoordeelen, had verdere afbrokkeling der steenen niet plaats gehad.

Bij het eerste onderzoek werden een 12-tal steenen uit de bestrating gelicht, n.l. 6 welke zich zeer goed gehouden hadden en geenerlei verbrijzeling vertoonden, en 6 welke vrij ernstig waren aangetast.

Deze steenen werden opgezonden naar het *Proefstation voor Bouwmaterialen Koning en Bienfait*, de eerstgenoemde 6 onderzocht op drukweerstand en wateropname, de laatstgenoemde 6 alleen op wateropname.

Voor de 6 goede steenen bleken de drukweerstand en de wateropname respectievelijk te bedragen:

550 K.G. per c.M <sup>2</sup> .	10.2 pct. van het volume.
552 " " "	8.2 " " " "
600 " " "	4.8 " " " "
684 " " "	4.5 " " " "
696 " " "	3.3 " " " "
<u>731</u> " " "	<u>5</u> " " " "
Gemiddeld 635.5 " " "	6 " " " "

Voor de 6 slechte steenen bleek de wateropname te bedragen :

27.4 pct. van het volume.

23.2 " " " "

20.2 " " " "

17.9 " " " "

15.2 " " " "

14.2 " " " "

Gemiddeld 19.7 " " " "

Voor de goede steenen bedroeg de drukvastheid dus 550 K.G. of meer per c.M<sup>2</sup>, de wateropname 10.2 pct. (rond 10 pct.) of minder van het volume; voor de slechte steenen bedroeg de wateropname 14.2 pct. (rond 15 pct.) of meer van het volume.

**Conclusies.** Uit het bovenstaande en uit de omstandigheid, dat de indruk van de bestrating met Friesche steen, uitgevoerd krachtens bestek N<sup>o</sup>. 128, dienst 1915, ongeveer een jaar, nadat zij gelegd was, niet onverdeeld gunstig was, mag de gevolgtrekking worden gemaakt, dat de eerder vermelde in genoemd bestek aan de Friesche straatsteen gestelde eischen, bij toepassing op een weg met een tamelijk druk en tamelijk zwaar verkeer, te laag zijn.

Wil men over goede Friesche straatsteen beschikken, dan zijn daaraan, naar het oordeel van ondergeteekende, de volgende eischen te stellen:

De straatklinkers moeten zijn Friesche bezande, gele klinkermoppen, gevormd in de vormbakmachine, van geen mindere hoedanigheid dan zoogenaamde klinkermoppen zde soort. De steenen moeten vlak en geheel en regelmatig doorbakken zijn. Zij mogen geen scheuren, steentjes, oerdeelen, verbrande koppen of aangebakken sintels hebben en moeten zorgvuldig gesorteerd naar kleur en hardheid aangevoerd worden.

De steenen moeten regelmatig van vorm zijn en ten minste de volgende afmetingen hebben: lengte 19,5 c.M., breedte 8 c.M., dikte 4,8 c.M.

Zij moeten voorts aan de volgende eischen voldoen:

Bij onderdompeling, na vooraf volkomen gedroogd te zijn gedurende  $3 \times 24$  uren, mag de wateropname van geen der steenen meer dan 10 pct. van zijn volume bedragen.

De drukweerstand van geen der steenen mag in luchtdrogen staat minder dan 550 K.G. per c.M<sup>2</sup>. bedragen.

Verwacht mag worden, dat Friesche steenen, welke aan bovenvermelde eischen voldoen, voor bestratingmateriaal bij uitstek geschikt zullen zijn.

Het zal voor de Friesche steenindustrie thans waarschijnlijk nog bezwaarlijk zijn eenigszins groote partijen straatsteen te leveren, welke aan de genoemde eischen voldoen. Mocht het den Frieschen steenfabrikanten intusschen gelukken hun fabrikaat dermate te verbeteren, dat dergelijke steenen in voldoende hoeveelheid tegen niet te hoogen prijs op de markt worden gebracht, dan bestaat er alle aanleiding te verwachten, dat de Friesche straatsteen, mede met het oog op haar groote taaiheid, een goede toekomst tegemoet gaat.

Friesche straatsteen, welke aan minder hooge eischen voldoet, kan intusschen op wegen met weinig druk en niet zwaar verkeer op haar plaats zijn.

Assen, 26 Januari 1917.

*De Ingenieur van den Rijkswaterstaat,*

L. R. WENTHOLT.

BIJLAGE.

STAAT, BETREFFENDE DE STEENFABRIEKEN IN FRIESLAND.

Nummer.	Naam van den eigenaar.	Plaats, waar de fabriek zich bevindt.	Soort van fabrikaat.	Jaarlijksche productie.
1	W. en K. H. Bierma	Oude Bildtzijl	Handvorm; roode	1 700 000 drieling.
2	Gebr. Eisma	Bolsward	Bezande; gele	800 000 waalvorm.
			id.	1 250 000 drieling.
3	Erven B. J. Feenstra te Sneek	id.	Strengpers; gele	1 500 000 siersteen.
4-7	J. van Hulst (4 fabrieken)	Harlingen (4 fabr.)	Handvorm; gele	1 000 000 waalvorm.
			id.	1 300 000 drieling.
			Handvorm; gele	3 000 000 waalvorm.
			Bezande; gele	4 000 000 drieling.
			id.	1 500 000 siersteen.
8-9	Laurens van der Mey	Berlikum (2 fabrieken)	Handvorm; roode	4 500 000 drieling.
10-11	id.	Harlingen (2 fabr.)	Handvorm; gele	1 850 000 waalvorm.
			Bezande; gele	2 250 000 drieling.
			id.	1 700 000 drieling.
12	N. V. v/h A. G. van der Mey	Berlikum	Strengpers; roode	
13-14	id.	Ried	Handvorm; gele	1 550 000 waalvorm.
		Harlingen	id.	2 300 000 drieling.
15	H. Cannegietel—Salverda	Franeker	id.	750 000 waalvorm.
			id.	1 050 000 drieling.
16	F. Simons	Harlingen	Bezande; gele	700 000 waalvorm.
			id.	800 000 drieling.
			Strengpers; gele	1 500 000 siersteen.
17-18	R. Vermeulen en Zoon te Leeuwarden	Harlingen	Bezande; gele	2 050 000 waalvorm.
19	id.	Dronrijp	Handvorm; gele	2 750 000 drieling.
20	G. H. ter Horst Jzn.	Wijns	Handvorm; roode	1 950 000 drieling.
21	N. V. Steenfabriek „Schenkenschans”	Leeuwarden	Bezande; gele	tijdelijk stop gezet.
			id.	1 800 000 waalvorm.
			id.	900 000 drieling.
22-23	Erven L. R. Fontein	Franeker (2 fabrieken)	Handvorm; roode	1 900 000 drieling.
			Handvorm; gele	2 000 000 drieling.
			Bezande; gele	1 700 000 waalvorm.
			Bezande; roode	1 500 000 drieling.
24	Firma P. Helder Jzn.	Dokkum	Strengpers; roode	2 000 000 waalvorm en drieling.
25	Maatsch. „Gaasterland”	Rijs	Bezande; gele	2 000 000 waalvorm en drieling.
			Bezande; roode	