



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Calamiteit Grave

Technische aanpak
noodmaatregelen

Hans Janssen, RWS-GPO



Inhoud

- Noodmaatregel t.b.v. herstel stuw
- Aanvullende maatregelen
- Advies Deltares
- Extra preventieve maatregel bodembescherming
- Reparatie schade na hoogwatergolf

Schade Stuw Grave



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Omlleidingsroutes

Grote schepen (klasse III + groter) worden nu omgeleid via **Antwerpen**, ± 28 uur extra vaartijd.

Kleine schepen (klasse II + kleiner) mogen via de **Zuid-Willemsvaart**, ± 18 uur extra vaartijd.

De stuw bij Grave bestaat uit 20 jukken. Door de aarvaring zijn juk 13 t/m 17 beschadigd. Juk 14, 15 en 16 worden geheel vervangen.



Schade aan stuw Grave





Noodmaatregelen (korte termijn herstel)

Doel:

- Snel herstel peil Maas
- Herstel schade stuw mogelijk maken

Er zijn 12 varianten uitgewerkt en beoordeeld op:

- Veiligheid,
- Technische Haalbaarheid,
- Doorlooptijd,
- Overige aspecten (o.a binnen 48 uur te verwijderen)



Varianten noodmaatregel

1. Ponton afzinken voor noordelijke opening
2. Keerring op ponton
3. "Damwand / stortsteen bovenstrooms"
4. "Containers bovenstrooms"
5. "Ponton op big bag bovenstrooms"
6. Eerst 1 schuif + juk vervangen en dan combi eerdere maatregelen
7. Plaatsing tijdelijk schot op ponton
8. Plaatsing stuw voor stuw
9. Kapotte jukken afbranden en vervangen door reserveonderdelen
10. "Mobiele dijk op dijk van 3 m hoogte bovenstrooms"
11. Plaatsing voorzetwand d.m.v. kanaalplaatvloeren
12. "Breuksteen-dam benedenstrooms"

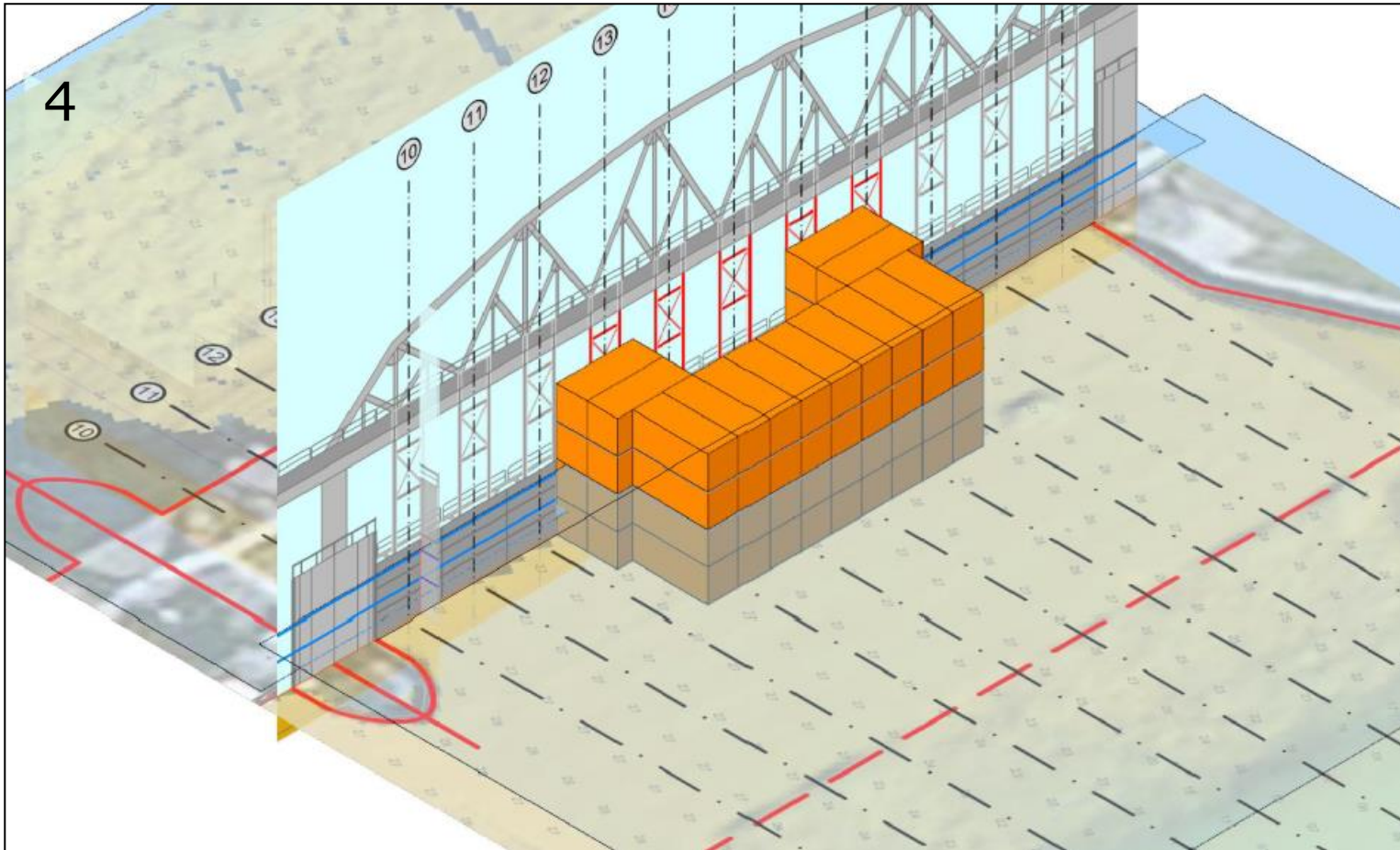


Varianten noodmaatregel

1. Ponton afzinken voor noordelijke opening
2. Keerring op ponton
3. "Damwand / stortsteen bovenstrooms"
4. "Containers bovenstrooms"
5. "Ponton op big bag bovenstrooms"
6. Eerst 1 schuif + juk vervangen en dan combi eerdere maatregelen
7. Plaatsing tijdelijk schot op ponton
8. Plaatsing stuw voor stuw
9. Kapotte jukken afbranden en vervangen door reserveonderdelen
10. "Mobiele dijk op dijk van 3 m hoogte bovenstrooms"
11. Plaatsing voorzetwand d.m.v. kanaalplaatvloeren
12. "Breuksteen-dam benedenstrooms"



"Containers bovenstrooms"





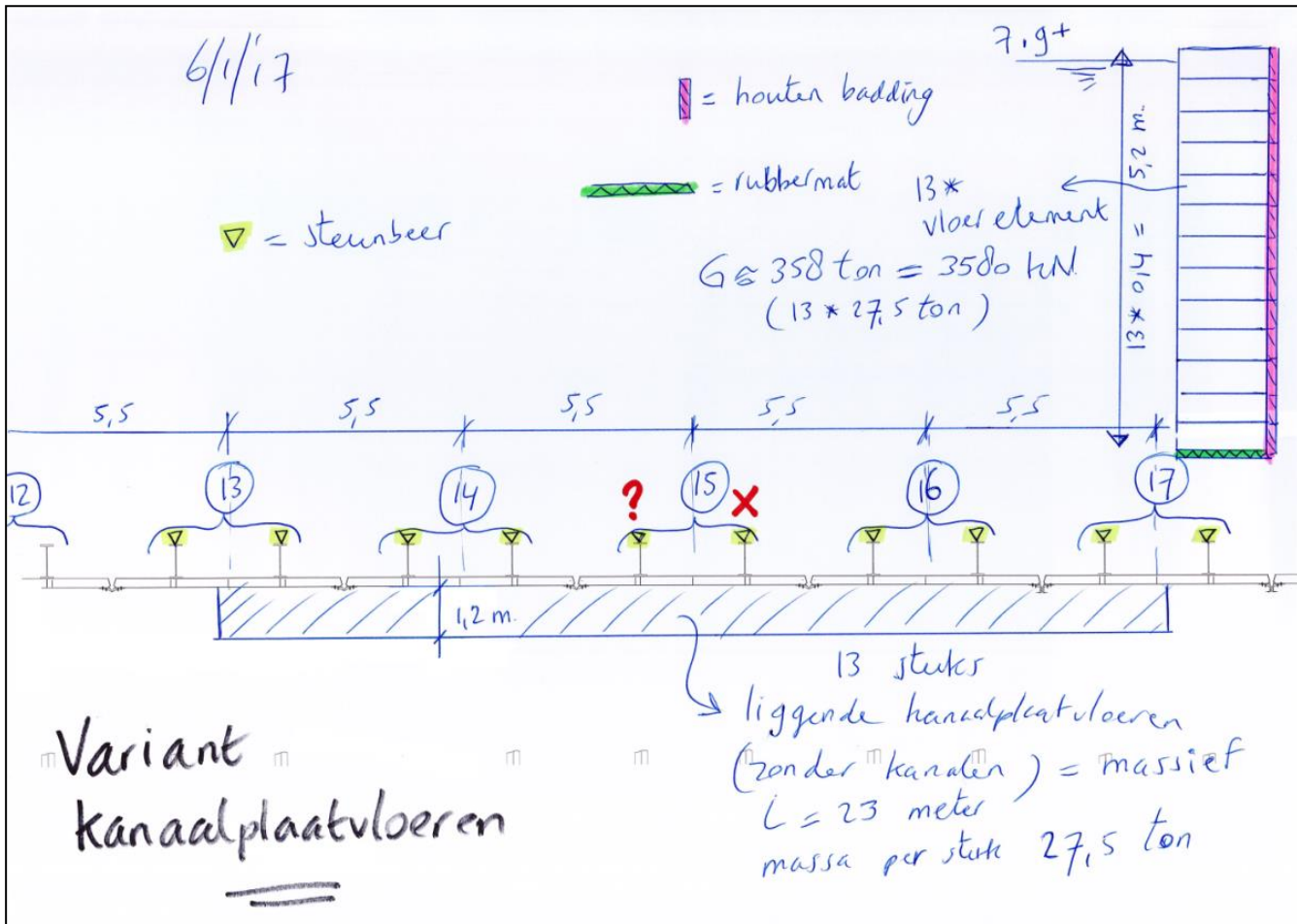
Mobiele dijk op dijk van 3 m hoogte bovenstrooms

10





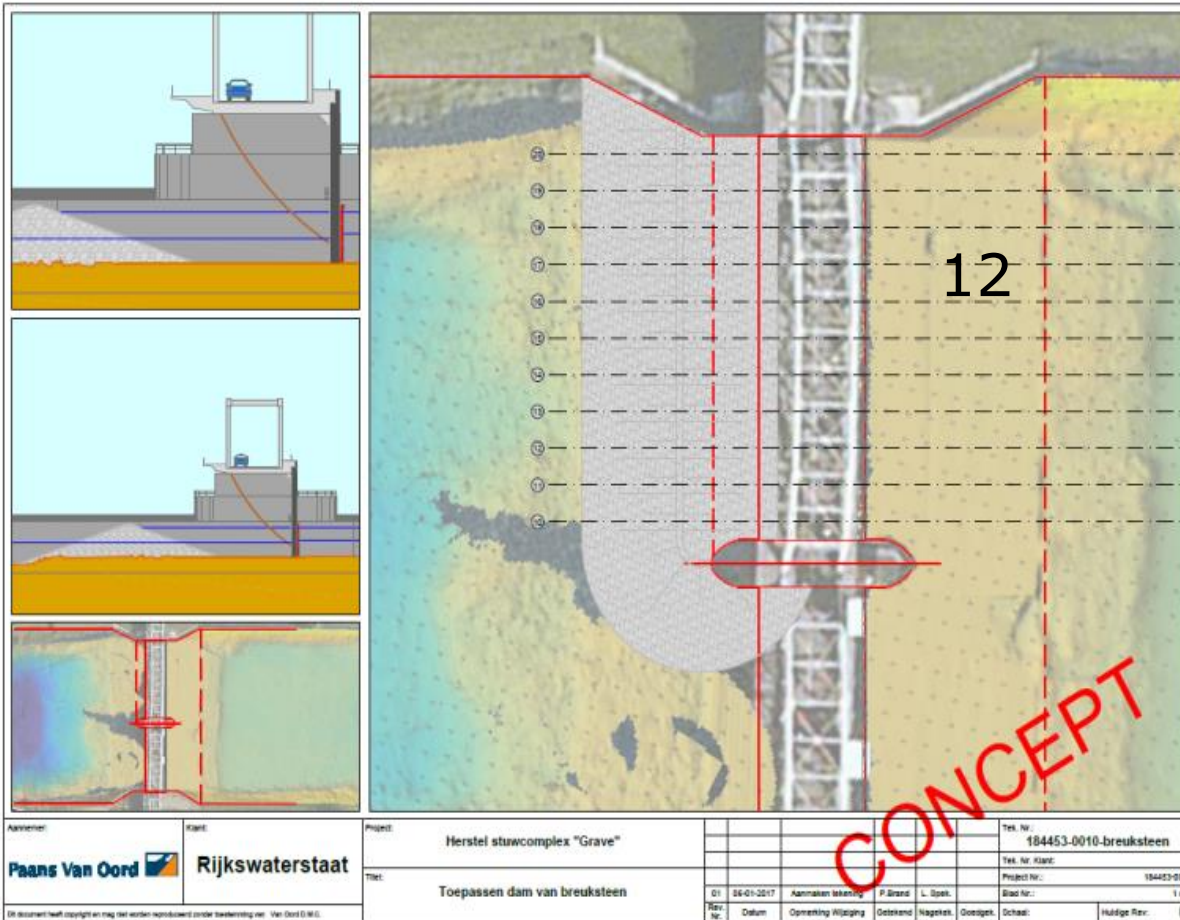
Plaatsing voorzetwand d.m.v. kanaalplaatvloeren



Variant
kanaalplaatvloeren



Breuksteen-dam benedenstrooms



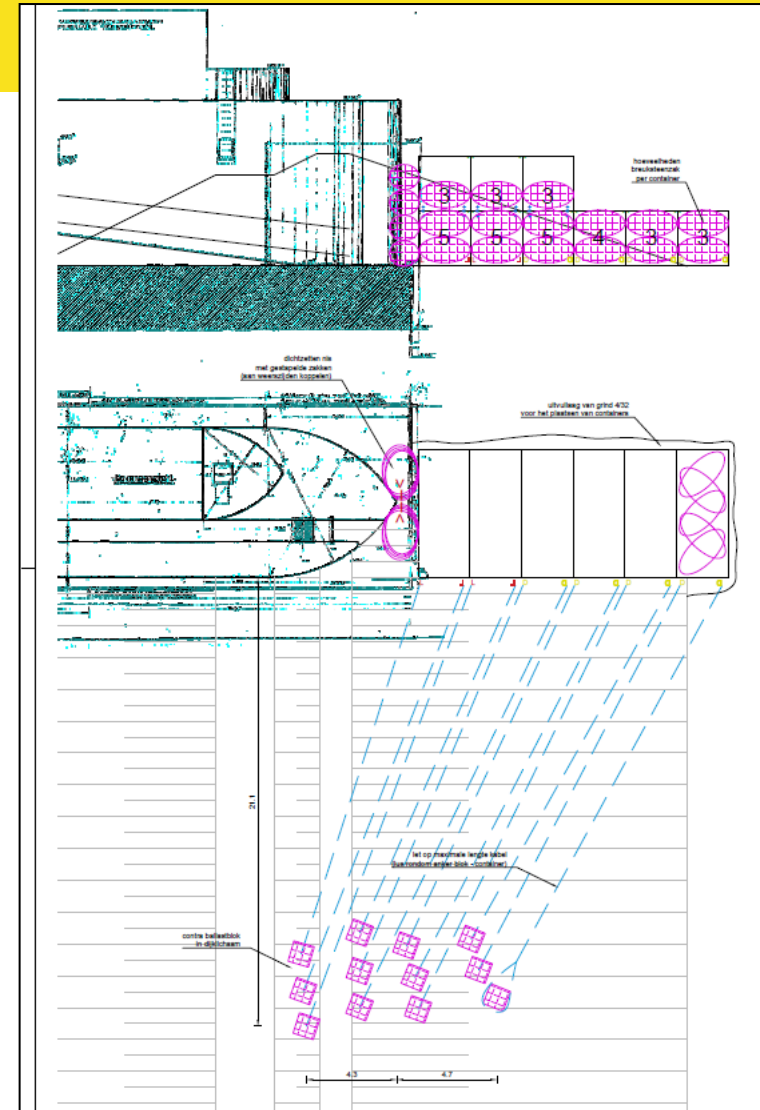
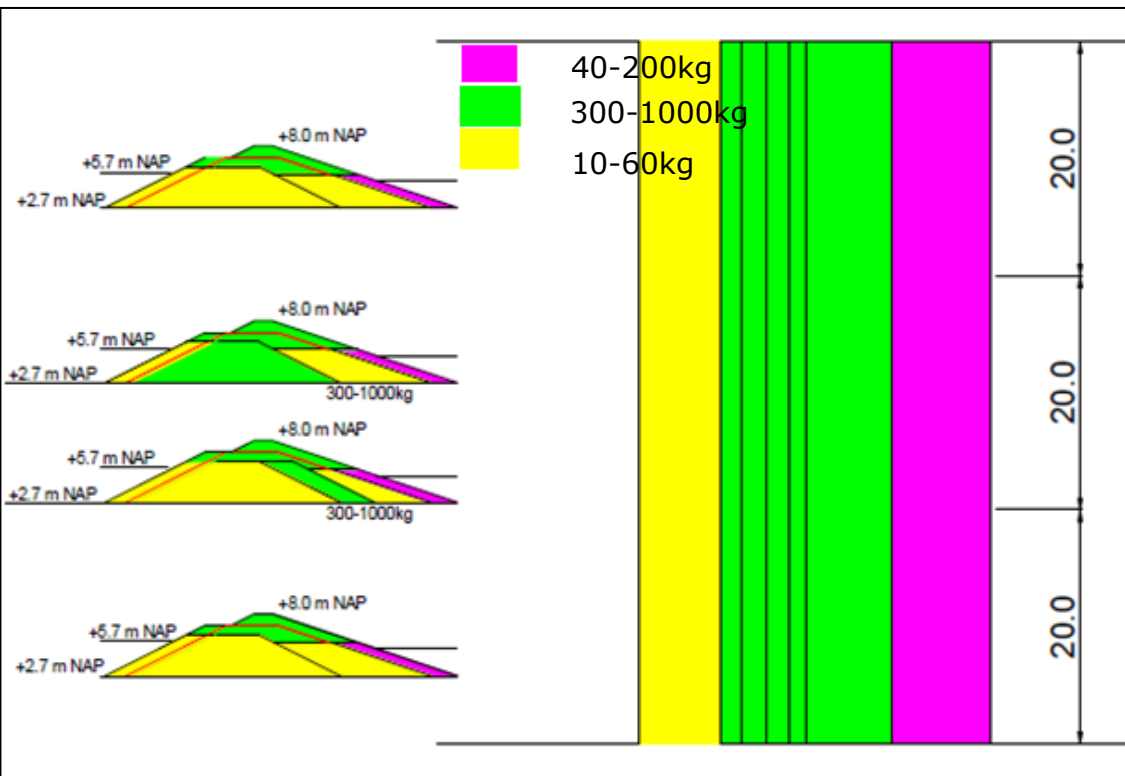


Trade off matrix

nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ponton afzinken voor noordelijke opening	Keerring op ponton	Damwand / stortsteen bovenstrooms	Containers bovenstrooms	Ponton op big bag bovenstrooms	Eerst 1 schuif+juk vervangen en dan combi van eerdere maatregelen	Plaatsing tijdelijk schot op ponton	Plaatsing stuw voor stuw	Kapotte jukken afbranden en vervangen door reserveonderdelen	Mobiele dijk op dijk van 3 m hoogte bovenstrooms	Plaatsing voorzetwand dmv kanaalplaatvloeren	Breuksteendam benedenstrooms
Tijd voor mobilisatie (tijdelijke kering is functioneel)	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Green	Yellow
Tijd voor demobilisatie * eis demob 48 uur is vervallen	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Hinder voor scheepvaart	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Beïnvloeding omgeving (trillingen/NGE)	Yellow	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green
Belemmering werkruimte voor toekomstige inspecties/herstelactiviteiten	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Red	Yellow	Green	Yellow	Red	Green
Beïnvloeding / raakvlak met sterkte bestaande constructie (jukken/schuiven)	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green
Integrale veiligheid noodvoorziening	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Green	Red	Red	Green
Integrale veiligheid definitief herstel	Green	Yellow	Red	Red	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Red	Green
Kwaliteit noodvoorziening	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Red	Yellow	Green	Green	Red	Green
Kwaliteit definitief herstel	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green
Keerhoogte maatregel (gewenst 7.90 +)	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green
Doorkijk definitief herstel	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Red	Green
Risico's noodvoorziening	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Red	Yellow	Green	Green	Red	Green
Risico's definitief herstel	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green
Hergebruik materialen	Red	Red	Green	Green	Red	Green	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Green
Engineering	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green	Red	Green	Green
Budget noodmaatregel	Red	Yellow	Green	Yellow	Red	Green	Yellow	Red	Green	Red	Green	Yellow
Budget tijdelijke maatregel	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green
Budget definitief herstel	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green
Kansrijk	Nee, verbeterde versie is optie 5	Nee, niet betrouwbaar	Haalbaar, maar doorloop lang.	Haalbaar, wel ontwerprisico's voor stabiel maken containers.	Red	Niet haalbaar vanwege geconstateerde schades.	Nee, niet betrouwbaar	Yellow	Niet haalbaar vanwege geconstateerde schades.	Niet haalbaar vanwege kerende hoogte	Haalbaar, maar nog risico's bij nadere detailuitwerking	Haalbaar binnen afzienbare tijd. Nog wel details uit te werken



Ontwerp breuksteen dam en containerwand





Aanvullende maatregelen

Neveneffecten breuksteendam

Grote belastingen op bodembescherming:

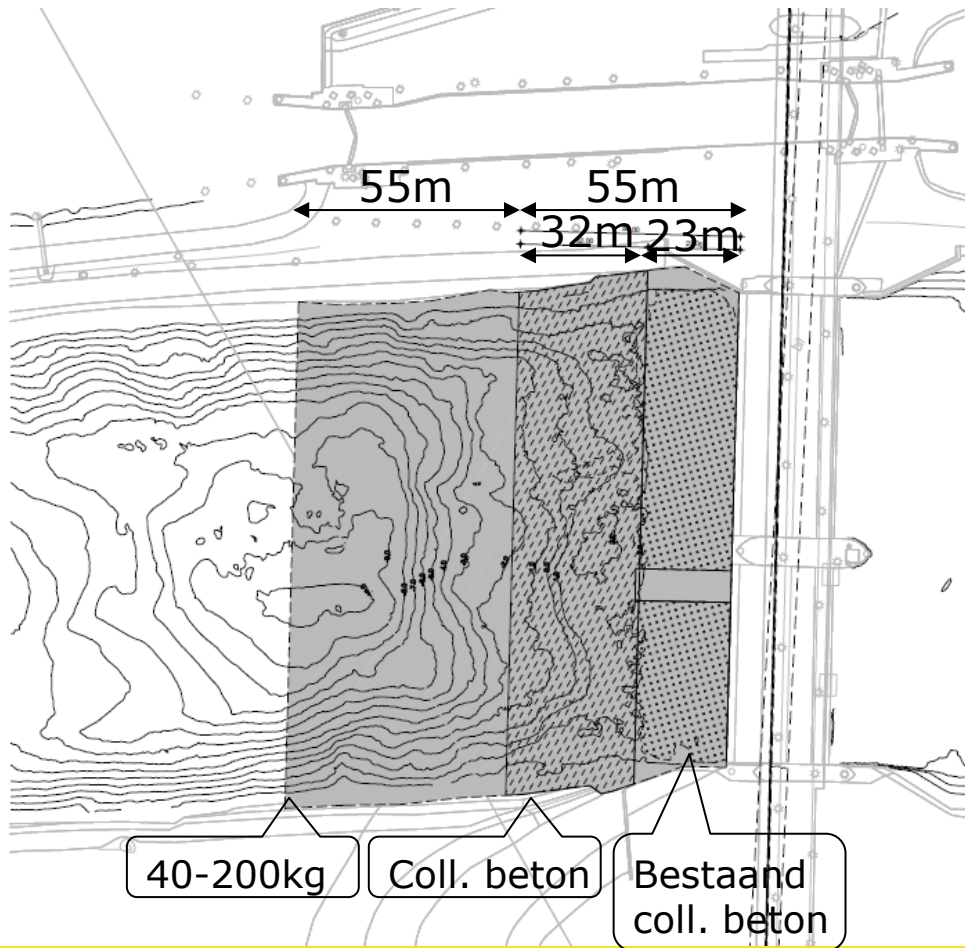
- Bij aanleg dam hoge snelheden Noordelijke stuwopening (sluitgat)
- Door afsluiting Noordelijke stuwopening alle afvoer door Zuidelijke stuwopening: hoge snelheden/schietend water

Achter stuwvloer ligt 23m colloïdaal beton gepenetreerde breuksteen
Dit is onvoldoende

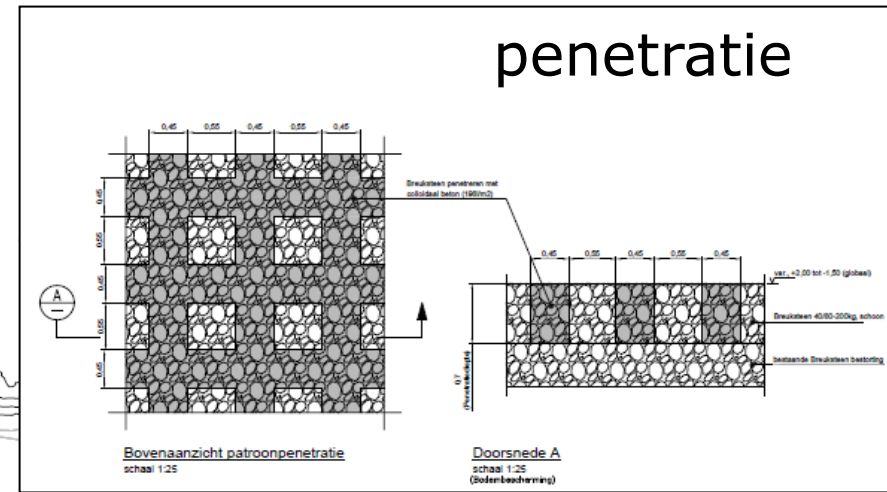
Versterking bodembescherming vooraf noodzakelijk



Versterking bodembescherming

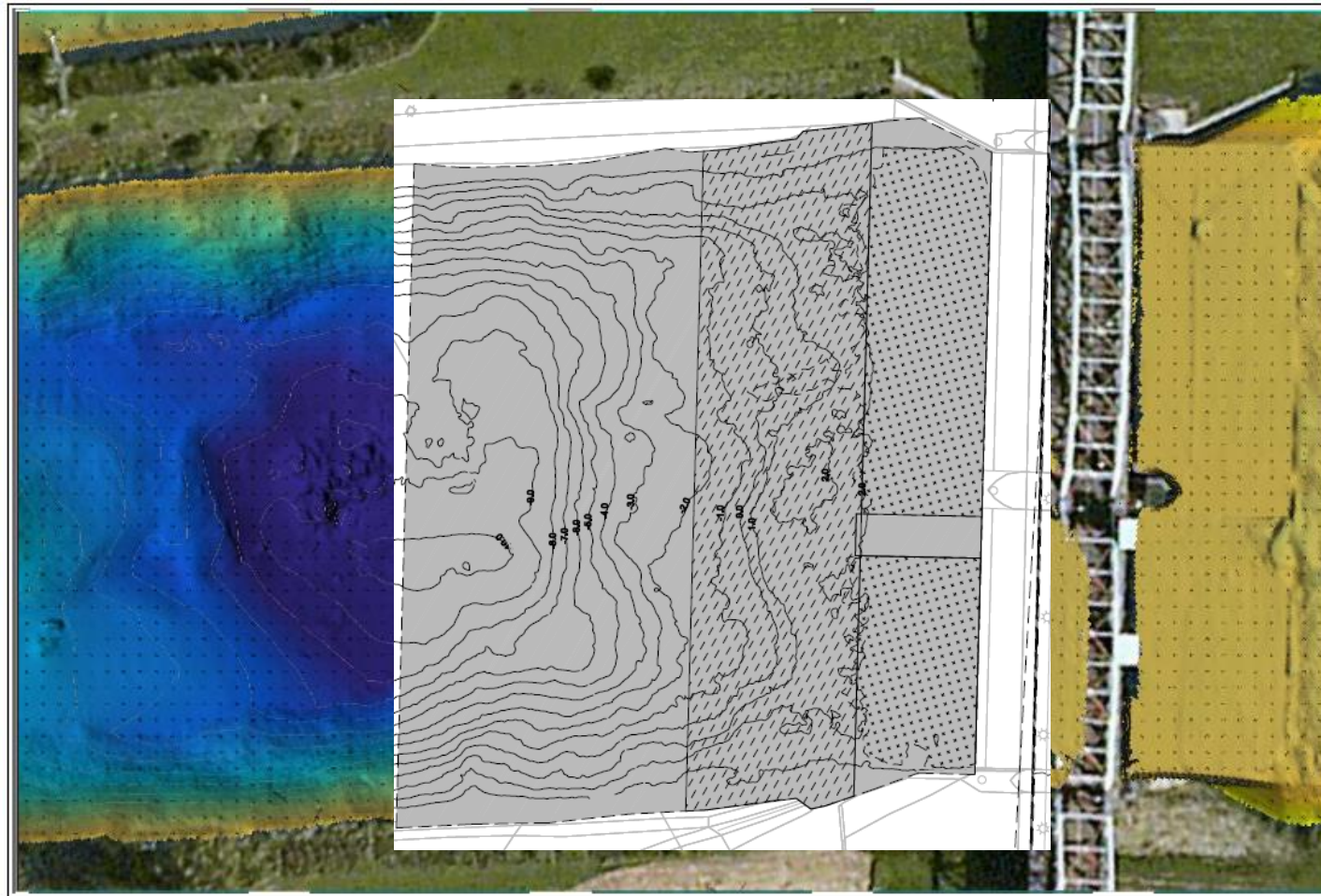


Breuksteen met coll. beton patroonpenetratie op bestaande bodembescherming + uitvullen/verlengen bodembescherming over 55 m met zand Niers en 40-200kg





Peiling bodem na schade aanvaring





Bron: De Gelderlander



Bron: I&M

Advies Deltares

1. Spoedadvies

Effect maatregel breuksteendam op waterstanden (opstuwing)

- Bij 1500m³/s 43cm
- Bij 3400m³/s 9cm (MHW)

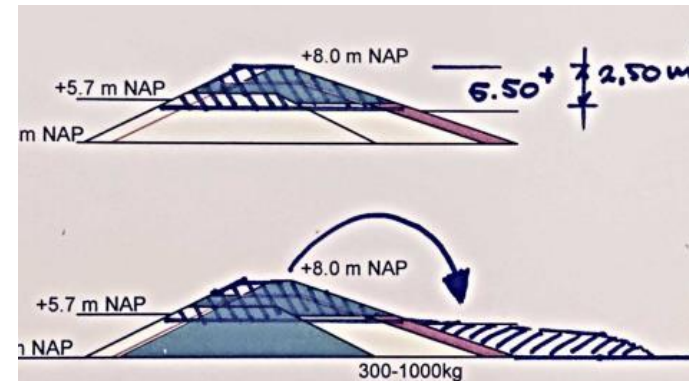
Bij dreiging maatgevende afvoer (2000 á 3000m³/s) verwijderen dam noodzakelijk

2. Advies Belastingen bodembescherming

Bij afvoeren 400-1000m³/s schietend water

Bestaande woelbak onvoldoende: hoge belastingen op bodembescherming

Preventieve maatregelen nodig





Opties preventieve maatregelen

Opties Voorkomen zware belasting door schietend water:

1. Verlagen afvoer zuidelijke opening door omleiden debiet,

- Via rinketschuiven nieuwe sluis Grave en/of Heumen
- Via oude sluis Grave
- Via verlaagde tijdelijke dam tot NAP +7m of NAP +5.5m
- Via gegraven geul of de vistrap
- Via uiterwaarden (zuidelijke stuw dichtlaten)
- Beperken verval over de stuw
 - Peil bovenpand verlagen
 - Peil benedenpand opzetten (Lith)
 - Peil benedenpand opzetten met tijdelijke dam

2. Versterken bodembescherming achter zuidelijke opening met

- Zware breuksteen dam
- Combinatie van zware breuksteen dam met breuksteen netten
- Breuksteen netten aan randbalk
- Zware breuksteen laag, gecombineerd met gestapelde breuksteen netten



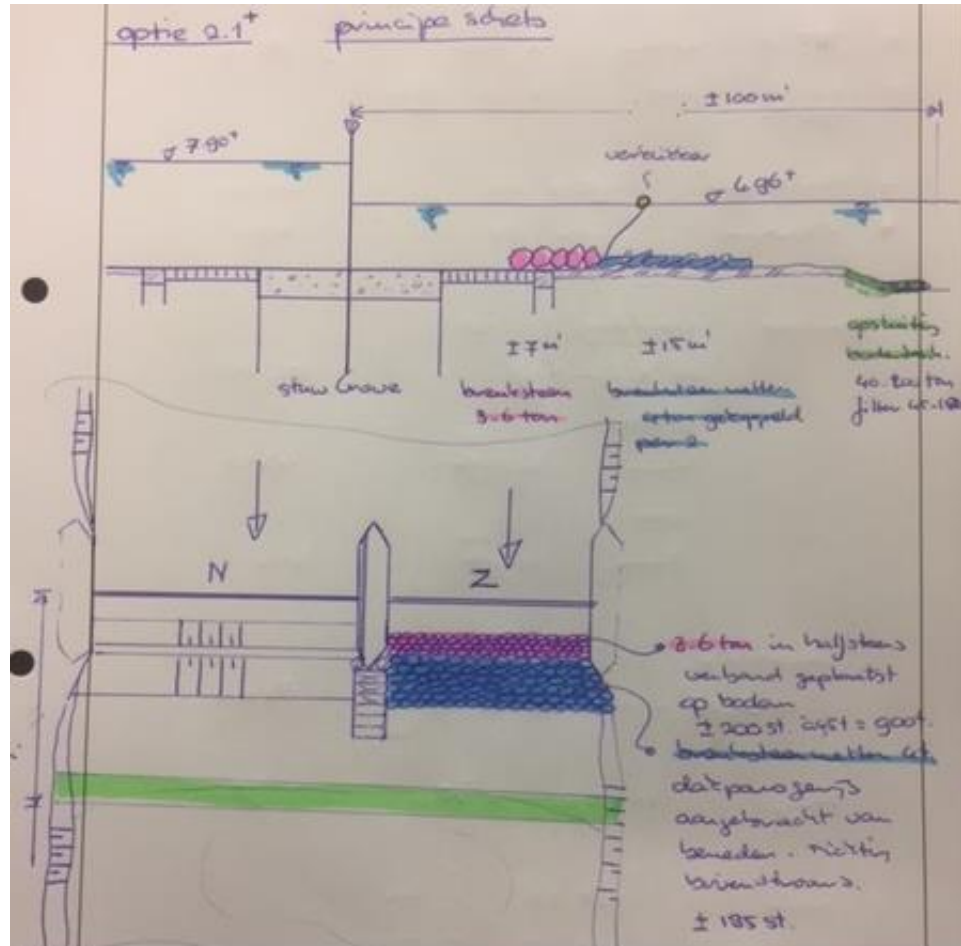
Beoordeling opties

Maatregel	effectiviteit	bependingen		onzekerheid	score	opm
1.1a rinketschuiven	+	Stremming sluis	-	0	0	No regret
1.1b oude sluis	+	Ontgroningen achter sluis	-	--	--	
1.1c dam 7+	+	Stremming scheepvaart en hinder omgeving, imagoschade	--	0	-	Duur hinder = afvoergolf +5 dagen
1.1c dam 5.5+	+++	Stremming scheepvaart en hinder omgeving, hoge herstelkosten grote imagoschade	----	-	--	Duur hinder = afvoergolf + 34 dagen
1.1d geul/vistrap	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	
1.1e winterbed	+++	Hoge opstuwing, Schade oevers, mogelijk overbelasting stuw	---	--	--	
1.2a peil boven omlaag	+	Onder + 7.6m hinder scheepvaart en woonboten	-	0	0	Tot +7.6m no regret
1.2b peil onder omhoog	+++	Stuw Lith overbelast	---	-	-	
1.2c extra dam benedenstreams	+++	Hoge kosten, lange uitvoertijd	---	-	-	
2a verzwaring BB: hoge dam	0	Stabiliteit dam	-	--	---	
2b verzwaring BB: breuksteen +net	0	Stabiliteit dam	-	--	---	
2c verzwaring BB: net+randbalk	0	Stabiliteit randbalk	-	--	---	
2d verzwaring BB: 1 laag br.steen+net	++	Stabiliteit dam	0	-	+	VOORKEURSOPTIE

Beperken belasting

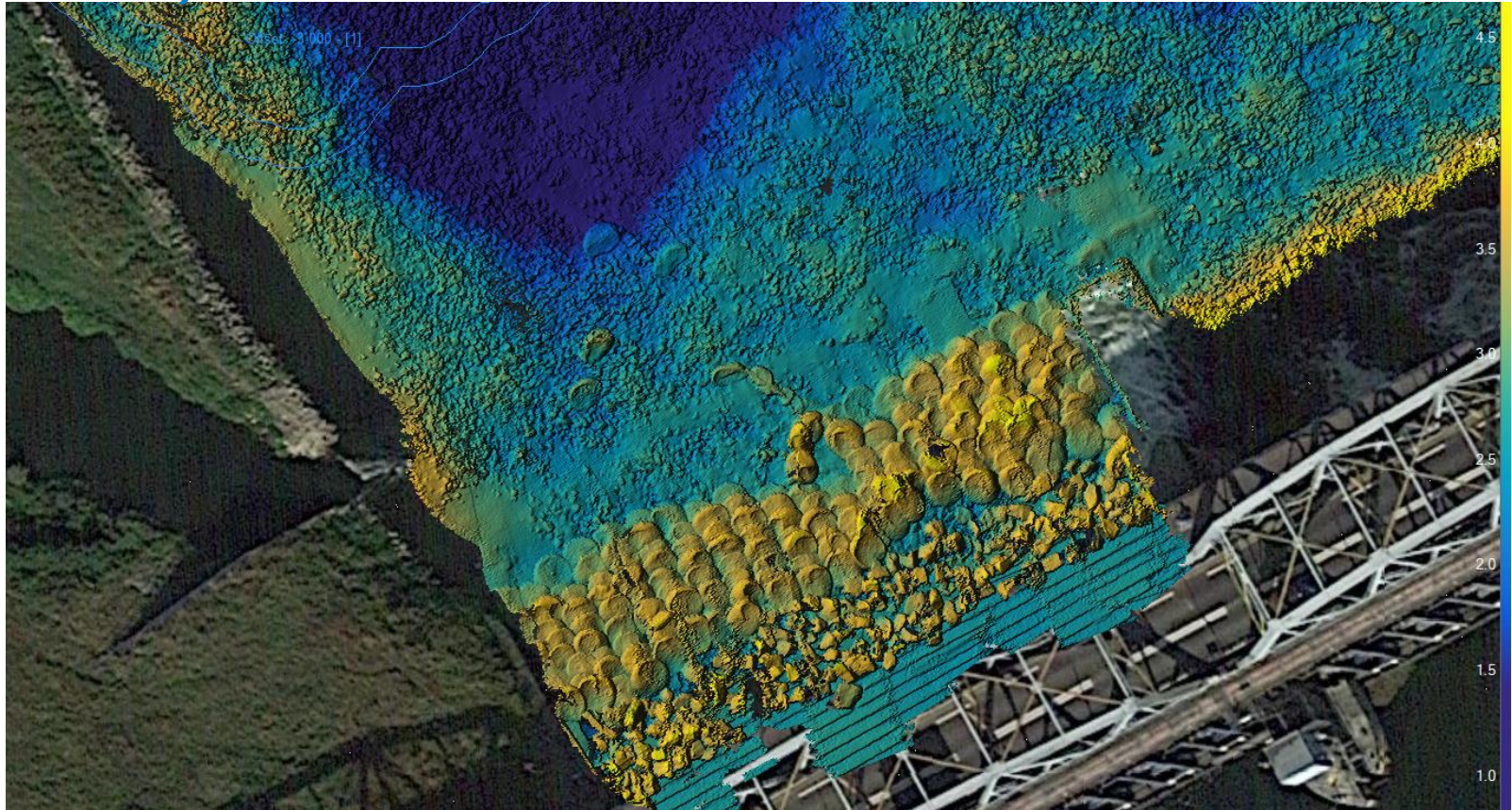


Versterking: Zware breuksteen met breuksteen netten





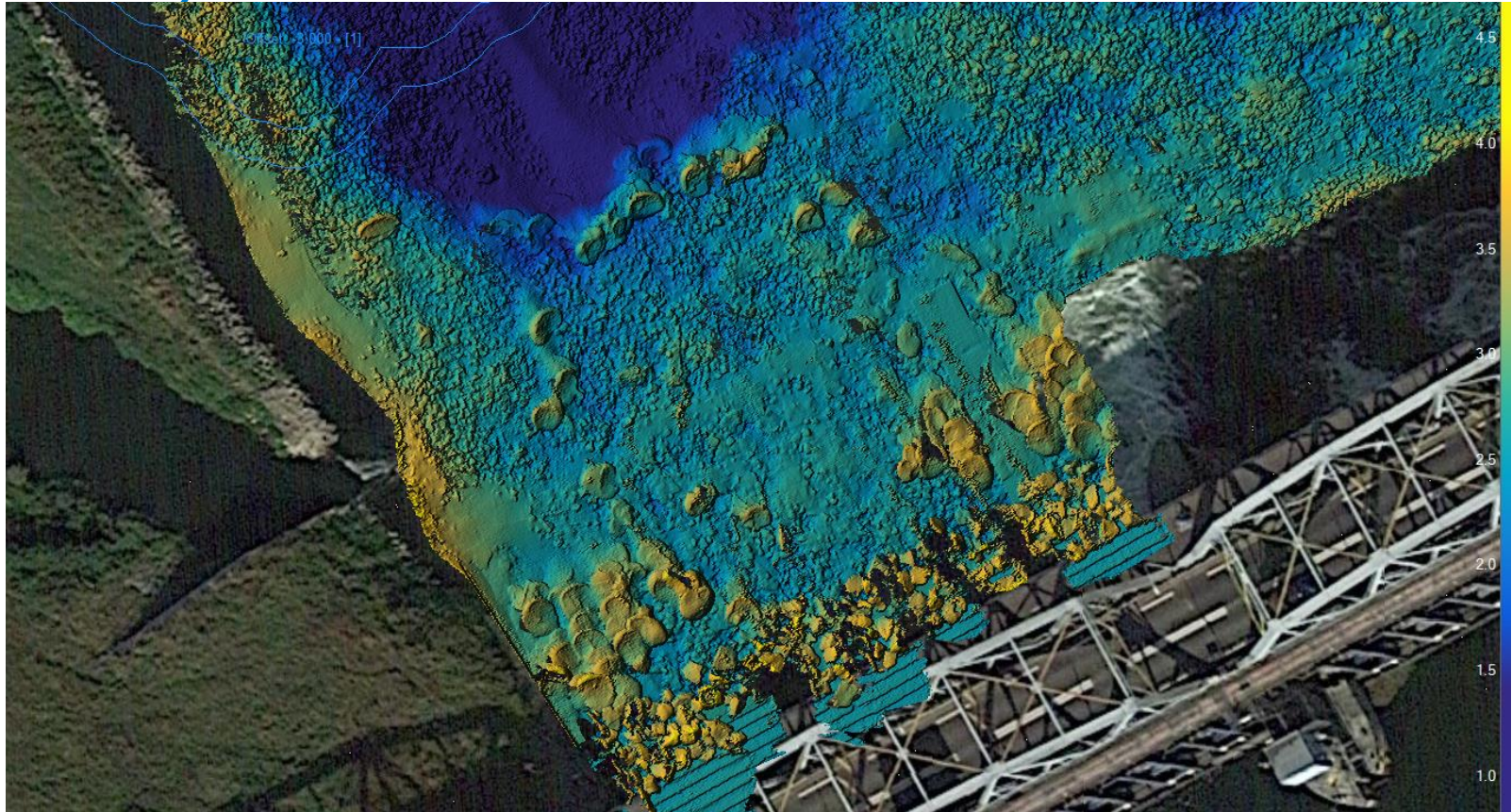
Versterking: Zware breuksteen met breuksteen netten (22 febr.)



Na aanleg



Versterking: Zware breuksteen met breuksteen netten (28 febr.)



Na afvoeren ca 450 m³/s



Operationeel

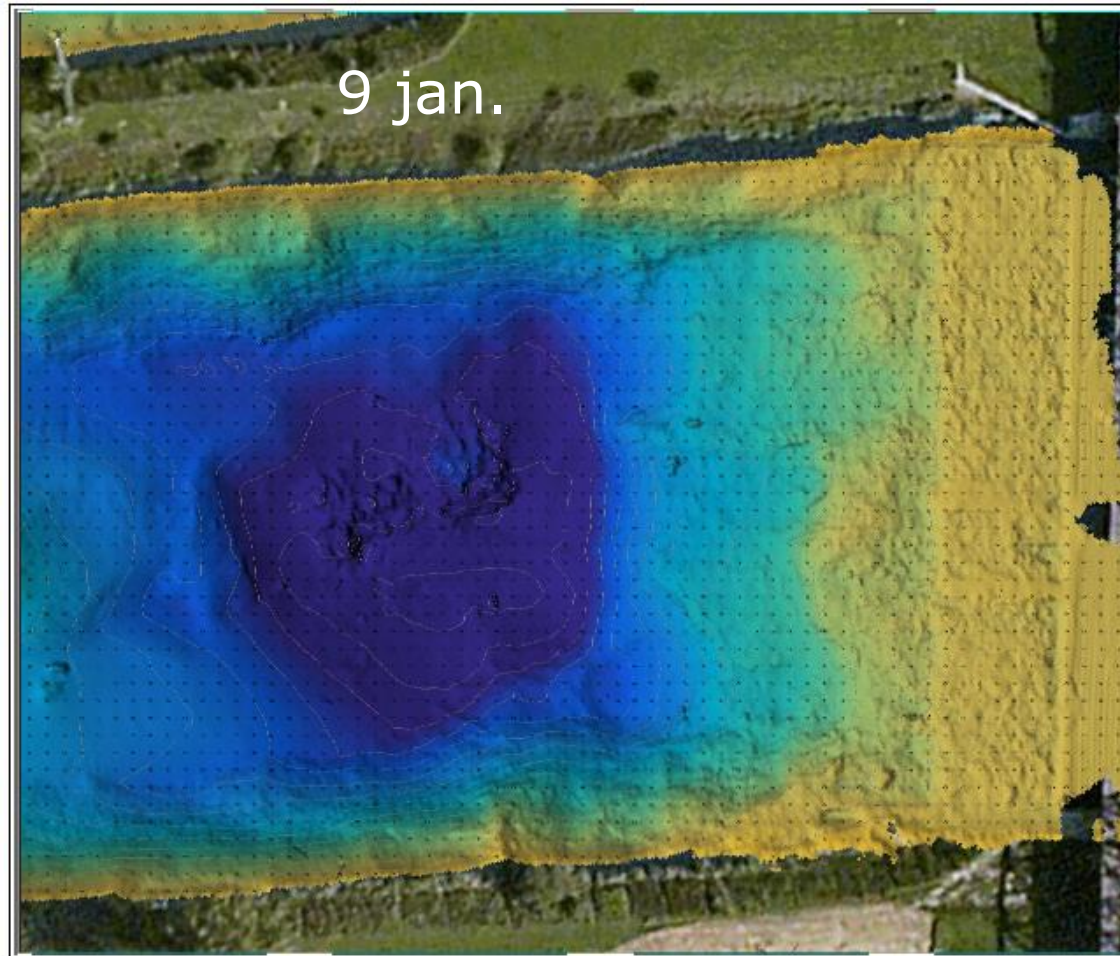
Periode 10-13 maart afvoer $\sim 800 \text{ m}^3/\text{s}$ (schotten open)

Geconstateerde schade:

- Verdiepte en verbrede ontgrondingskuil
- Beperkte schade aan colloïdaal beton
- Afkalving talud uiterwaard achter zuidelijke stuwopening

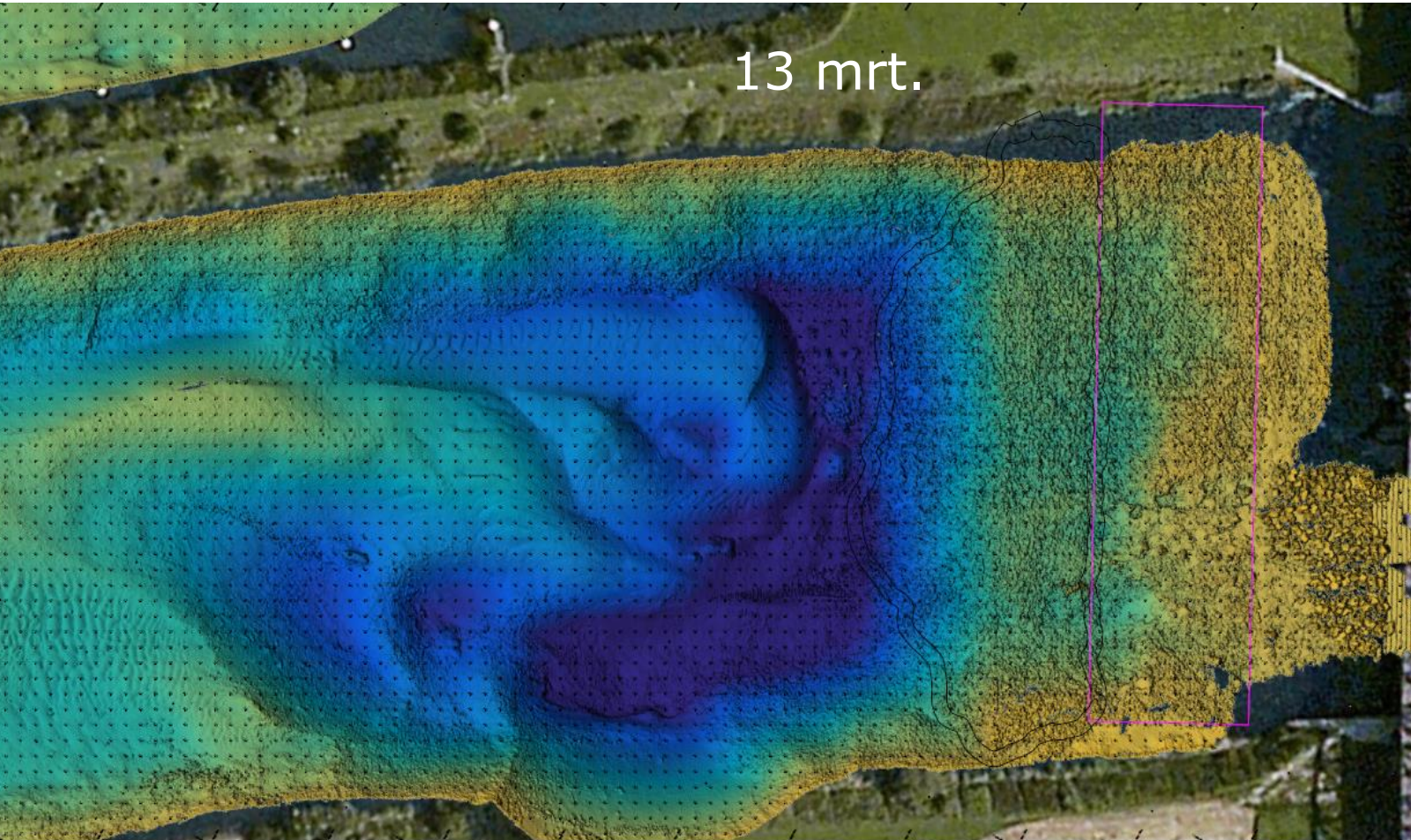


Verdieping/verbreding ontgrondingskuil



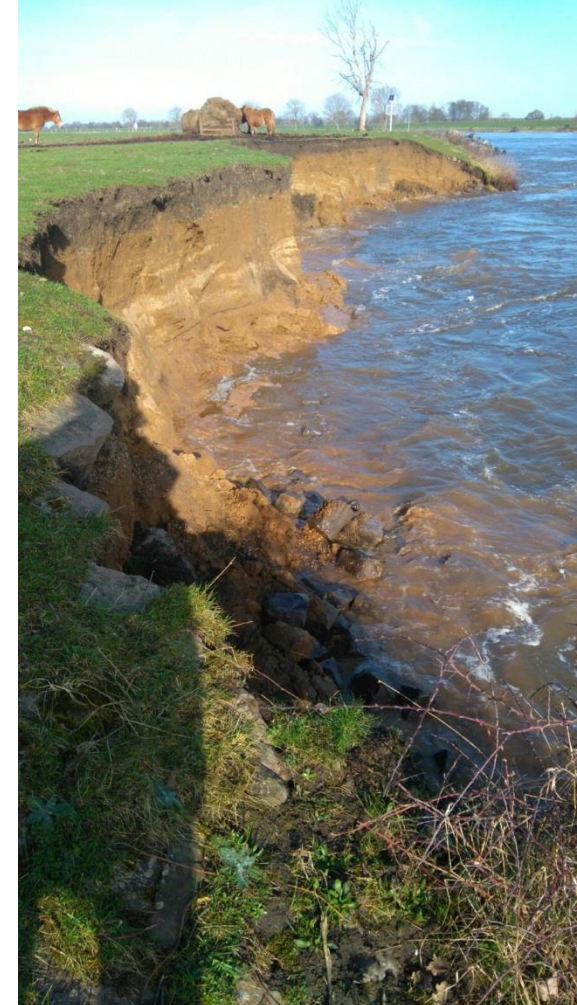


Verdieping (ca. 5m) en verbreding ontgrondingskuil



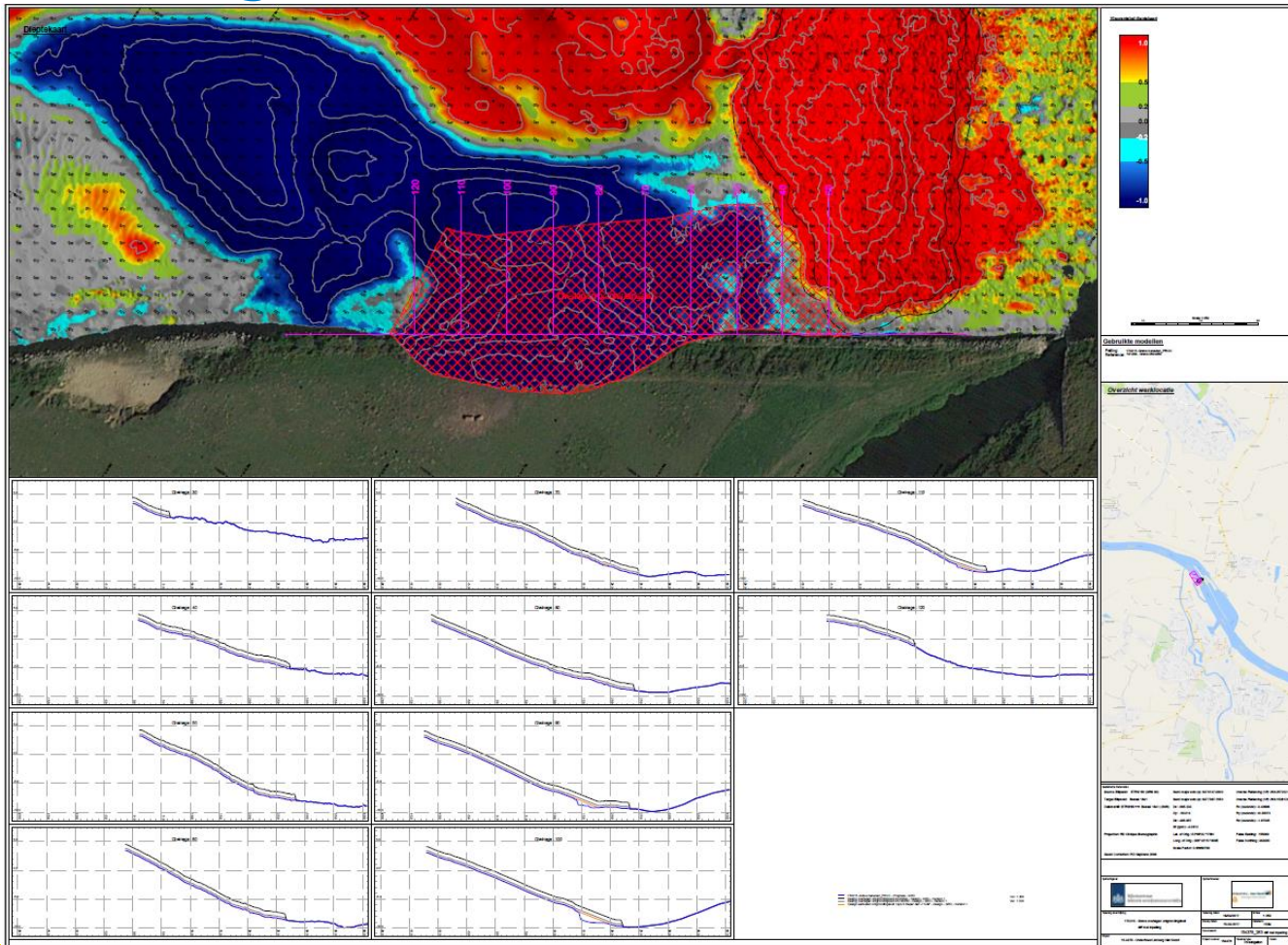


Schade oever





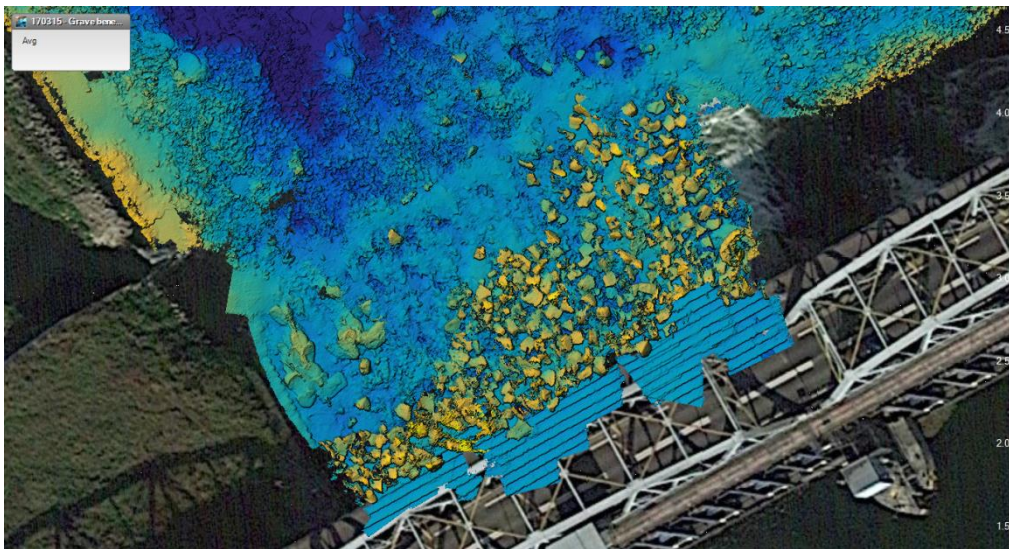
Maatregel versterken bodem/oeverbescherming



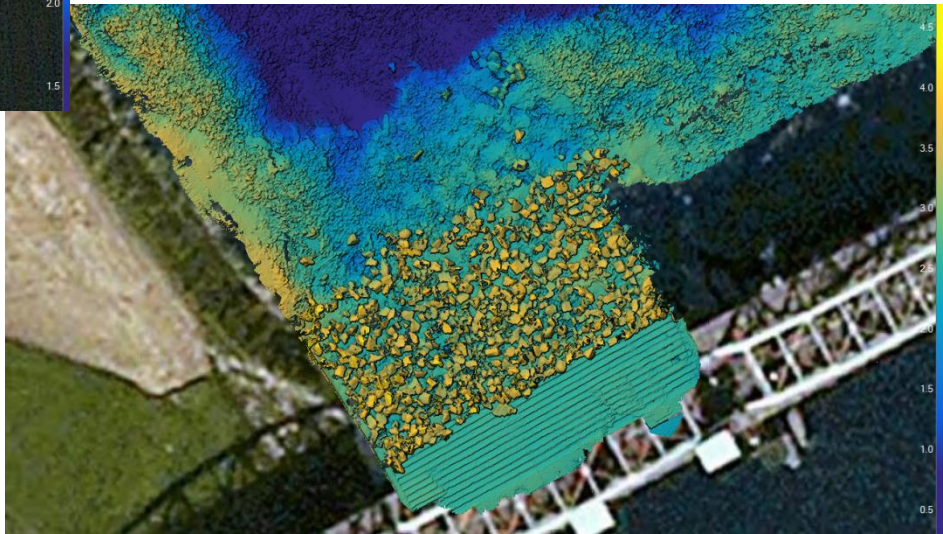
Uitvullen met zand onder 1:3 en aanbrengen filterlaag met 40-200kg top laag



Tevens aanvullen versterking bodembescherming



15 maart: situatie na hoge afvoer



28 maart: aanvulling



Vragen ?