

Trillingspredicties aanbrengen damwanden GHIJ-Noord



HOOGHEEMRAADSCHAP
DE STICHTSE
RIJNLANDEN

Inhoud

1.	Inleiding	3
2.	Uitgangspunten	4
2.1	Normen en richtlijnen	4
2.2	Belendende bebouwing	4
2.3	Trillingsbron	4
2.4	Type trilling.....	4
2.5	Type meting.....	4
2.6	Trillingsintensiteit	4
3.	Bepalen maatgevende sonderingen.....	6
3.1	Bodemprofiel	6
3.2	Parameters voor het intrillen van damwanden	7
4.	Resultaten.....	8
4.1	Grenswaarde trillingssnelheid.....	8
4.2	Invloedgebied van trilwerkzaamheden	8
4.3	Invloed op zettingen	9
4.4	Te monitoren percelen/panden	9
5.	Conclusies en aanbevelingen.....	12
6.	Gevoeligheidsanalyse type trilblok	13
6.1	Invloedgebied van trilwerkzaamheden	13
6.2	Te monitoren percelen/panden	13
	Referenties	16
	Bijlage I – Referentiesonderingen CUR166	17
	Bijlage II – Gegevens trilblokken	19

1. Inleiding

In het dijkverbeteringsproject Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHJ)-Noord worden langs een traject van 8 km tussen Montfoort en Hekendorp de oeverconstructies vervangen. Deze constructies bestaan nu vooral uit houten palenrijen en worden vervangen door: houten damwanden (eventueel met verankering), Prolock schermen met buispalen en stalen damwanden. Ten opzichte van de aan te leggen damwanden liggen op korte afstand belendingen (naburige gebouwen/objecten die beïnvloed worden door de trillingen).

Bij het uit- en intrillen van palenrijen/damwanden komen trillingen vrij, die mogelijk tot schade kunnen leiden. Het is daarom van belang om het effect van deze werkzaamheden op trillingsgevoelige objecten vooraf te onderzoeken en de mogelijke risico's in kaart te brengen.

Voor de risicobepaling voor het optreden van schade is voor dit project een trillingspredictie uitgevoerd. De predictie is gericht op de trillingen in relatie tot bestaande belendingen langs de GHJ tussen Montfoort en Hekendorp. Deze trillingspredictie heeft betrekking op het intrillen van damwandplanken met behulp van een trilblok. In het voorliggende rapport zijn de uitgangspunten, resultaten, invloedgebieden van de trilwerkzaamheden, conclusies en aanbevelingen ten behoeve van het monitoringsplan van het project GHJ-Noord gepresenteerd.

2. Uitgangspunten

2.1 Normen en richtlijnen

Deze trillingspredictie is aan de hand van het empirisch model dat beschreven is in de CUR166 [1] opgesteld. Voor de beoordeling van schade aan de bestaande bebouwing is aan de grenswaarde van SBR-A richtlijn [2] getoetst. De bronwaarden voor de trillingsintensiteit zijn aangescherpt aan de hand van recenter onderzoek [3].

2.2 Belendende bebouwing

In de omgeving van de aan te leggen damwanden ligt op korte afstand bestaande bebouwing. Volgens de SBR-A richtlijn [2] vallen de belendende panden in bouwcategorie 2, omdat ze uit metselwerk bestaan.

2.3 Trillingsbron

Voor dit project wordt het hoogfrequente trilblok SAES HST055 toegepast. Voor de efficiëntie van het trilblok (i.e. wat er naar de grond overgebracht wordt) is uitgegaan van 95%. In [4] is het materieelblad van dit trilblok gegeven. Dit trilblok heeft een slagkracht van 155 kN en een frequentie tussen 40 en 48 Hz. Voor de bepaling van de grenswaarde bij het intrillen van de damwand is uitgegaan van de laagste frequentie van 40 Hz.

2.4 Type trilling

Volgens de SBR-A richtlijn [2] geldt de veiligheidsfactor type trilling γ_t van 2,5 omdat de aan te leggen damwanden met behulp van een trilblok worden ingebracht, waarbij continue trillingen ontstaan.

2.5 Type meting

Om goed inzicht in de ernst van de situatie te kunnen krijgen wordt de trillingsbelasting op de panden door middel van een indicatieve meting vastgesteld. Bij een indicatieve meting wordt slechts op één meetpunt per gebouw gemeten, op het begane grondniveau in een stijfpunt van de draagconstructie. Bovendien dient het meetpunt op de kortste afstand tot de trillingsbron te worden gekozen. Hierbij geldt de veiligheidsfactor type meting γ_v van 1,6 conform [2].

2.6 Trillingsintensiteit

Naarmate de afstand tot de trillingsbron groter wordt, zal de trillingsintensiteit over het algemeen afnemen. De afname van trillingen met de afstand is conform de formules zoals beschreven in de CUR166 [1] berekend. De overdracht van de trillingen van grond naar funderingselement bedraagt 1,0 voor de funderingen op staal en de gehanteerde dempingsfactor in de grond is $0,02 \text{ m}^{-1}$, in de veronderstelling dat opgebracht zand aanwezig is bij de bovenlagen [1].

Om de kans op schade aan bestaande belendingen als gevolg van trillingen acceptabel klein te houden, dient de trillingsbelasting niet hoger te zijn dan de grenswaarde. Conform de CUR166 en het artikel uit het vakblad Geotechniek [3] wordt voor de beoordeling van schade uitgegaan

van een toelaatbare kans op schade van 1%, oftewel er wordt uitgegaan van 99% kans dat er geen schade aan de bebouwing optreedt als gevolg van trillingen. De overeenkomende betrouwbaarheidsindex is dus 2,32 conform de CUR166. Middels de exacte formule in [3] is de bronwaarde van de trillingsintensiteit bij de overschrijdingskans van 1% bepaald. Afhankelijk van de grondslag ter plaatse wordt de trillingsoverdracht in de bodem berekend, waardoor het invloedgebied kan worden bepaald.

3. Bepalen maatgevende sonderingen

3.1 Bodemprofiel

In Tabel 1 is per type aan te leggen damwanden gekeken of het bodemprofiel overeenkomt met één van de zeven referentiesonderingen van Nederland. Voor de bodemprofielen die niet overeenkomen met één van de referentiesonderingen, is uitgegaan van een referentiesondering die het best overeenkomt. In Bijlage I zijn de referentiesonderingen opgenomen.

Uit het geotechnisch lengteprofiel [5] kan een onderverdeling in twee soorten van bodemprofiel worden gemaakt, namelijk een bodemprofiel met een dun cohesief grondpakket waarbij de zandlaag relatief ondiep ligt, en een bodemprofiel met een dik cohesief grondpakket waarbij de zandlaag relatief diep ligt.

Gezien de aangetroffen bodemprofielen, komen de referentiesonderingen Den Haag en Tiel het meeste overeen en zijn daarom gebruikt om het invloedgebied van de trilwerkzaamheden te bepalen. In de gevallen waarbij de damwand zich alleen in de kleilaag bevindt, wordt de zettingsgevoeligheid enigszins wordt overschat.

Tabel 1. Ontwerp van damwanden GHJ- Noord traject Montfoort-Hekendorp

Vak	KM		Type Damwand	Kop [m NAP]	Teen [m NAP]	60% lengte [in m]	Referentie- sondering
	Van	Tot					
199B	14,87	15,72	Constructietype 15: Twinwood C24 dikte 80 mm, lengte 5,00 meter	1,00	-4,00	3,00	Den Haag
199C	15,84	16,36	Constructietype 17: Prolock Ø139,7 x 5,6 mm	1,00	-6,00	4,20	Tiel
199C Langs- haven	15,98	15,99	Gestaffelde (1:1) stalen damwand	1,10	-7,50	5,16	Tiel
199E	17,26	17,32	Constructietype 16: Twinwood C18 dikte 50 mm	0,90	-3,10	2,40	Tiel
	17,35	17,54					
199G	18,62	18,63	Constructietype 11: Hout D50 d=70 mm.	1,00	-5,00	3,60	Den Haag
	18,88	19,16					
	19,23	19,54					
199I.2	20,01	20,34	Constructietype 3: Hout D50 d=80 mm	0,90	-5,10	3,60	Den Haag
199I.1	20,34	20,55	Constructietype 14: Hout D50 d=70 mm	0,90	-3,60	2,70	Den Haag
199J.2	20,58	20,61	Constructietype 12: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	1,10	-5,45	3,93	Den Haag
199J.1	20,61	21,22	Constructietype 13: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	1,10	-12,35	8,07	Tiel
199J.2	21,22	21,27	Constructietype 12: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	1,10	-5,45	3,93	Den Haag
200A	21,27	21,46	Constructietype 11: Hout D50 d=70 mm	1,00	-5,00	3,60	Den Haag
	21,47	21,51					
200B.1	21,91	22,02	Constructietype 10: AZ 17-700 gestaffeld 1:1 kort:lang S355	0,90	-13,10	8,40	Tiel
200B.2	22,04	22,13	Constructietype 21: AZ 17-700 gestaffeld 1:1 kort:lang S240	0,90	-9,80	6,42	Tiel
200C.7	22,13	22,15	Constructietype 20: AZ 12-700 gestaffeld, 1:2 lang:kort	0,90	-8,10	5,40	Tiel
	22,16	22,18		1,00	5,46		
		22,18	22,20	Constructietype 19 zonder bolder: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	1,00	-7,60	5,16

	22,20	22,30	Constructietype 19: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	1,00	-7,60	5,16	Tiel
	22,30	22,40	Constructietype 18: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	1,00	-5,00	3,60	Den Haag
	22,40 22,52	22,51 22,71	Constructietype 9: Hout verankerd D50 d=80 mm JLD 2,4 GEWI20T h.o.h. 3 meter	0,90	-5,10	3,60	Den Haag
200C.6+8	22,71	23,17	Constructietype 8: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	0,90	-7,10	4,80	Tiel
200C.4	23,17	23,52	Constructietype 6: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	0,90	-6,00	4,14	Den Haag
200C.3	23,52	23,69	Constructietype 7: Hout verankerd D50 d=70 mm JLD 2.4 GEWI20T h.o.h. 5 meter	0,90	-4,60	3,30	Den Haag
200C.2+5a	23,69	24,15	Constructietype 6: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	0,90	-6,00	4,14	Den Haag
200C.2+5b	24,15	24,33	Constructietype 7: Hout verankerd D50 d=70 mm JLD 2.4 GEWI20T h.o.h. 5 meter	0,90	-4,60	3,30	Den Haag
200C.2+5a	24,33	24,60	Constructietype 6: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	0,90	-6,00	4,14	Den Haag
200C.1b	24,60	24,79	Constructietype 5: AZ 17-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	0,90	-12,00	7,74	Tiel
200C.1a 200D	24,79	25,09	Constructietype 4: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	0,90	-8,50	5,64	Tiel
200E.3	25,09	25,33	Constructietype 1: Prolock Ø139,7 x 7,1 mm S355	0,90	-6,50	4,44	Den Haag
200E.2	25,33 25,37	25,67 25,78	Constructietype 2: Hout verankerd D50 d=70 mm JLD 2.4 GEWI20T h.o.h. 5 meter	0,90	-4,10	3,00	Den Haag
200E.1	25,78	26,05	Constructietype 1: Prolock Ø139,7 x 7,1 mm S355	0,90	-6,50	4,44	Den Haag
200E.1a	26,05	26,14	Constructietype 18: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	1,00	-5,00	3,60	Den Haag

3.2 Parameters voor het intrillen van damwanden

Voor de parameters voor de referentietrillingssnelheid is er gebruikgemaakt van aangescherpte waarden uit het artikel van *Geotechniek* [3] ten opzichte van de CUR166 [1]. In Tabel 2 zijn de referentietrillingssnelheden weergegeven voor het bodemprofiel van Den Haag en Tiel. De waarden uit de CUR166 zijn tussen haakjes gegeven.

In de tabel is te zien dat er een referentietrillingssnelheid u_0 van 8,1 mm/s geldt bij de overschrijdingskans van 1% voor de bodemprofielen die het best overeenkomen met de referentiesondering Den Haag. Voor de bodemprofielen die het best overeenkomen met de referentiesondering Tiel bedraagt de referentietrillingssnelheid 9,3 mm/s.

Tabel 2. De gehanteerde parameters voor de referentietrillingssnelheid [3]

Bodemprofiel	V_0 [-]	u_0 [mm/s]	
		50%	1%
Den Haag	1,1	1,9	8,1 (11,3)
Tiel	1,5	1,6	9,3 (18,3)

V_0 is de variatiecoëfficiënt
 u_0 is de referentietrillingssnelheid op 5 m afstand
 Waarden tussen haakjes zijn de waarden uit de CUR166

4. Resultaten

4.1 Grenswaarde trillingssnelheid

Met de frequentie van 40 Hz bedraagt de karakteristieke grenswaarde V_{kar} , conform Tabel 10.8 uit de trillingsrichtlijn [2], voor een categorie 2 gebouw (fundering met metselwerk) 12,50 mm/s. Bij continue trillen geldt veiligheidsfactor voor de draagconstructie en onderdelen van 2,5 (tabel 10.6 [2]) Voor een gebouw met een monumentale status en/of gevoelige bouwkundige staat geldt daarnaast nog een veiligheidsfactor (γ_s) van 1,7 volgens tabel 10.7 [2].

De toelaatbare grenswaarde trillingssnelheid V_r bij verschillende type metingen zijn in Tabel 3

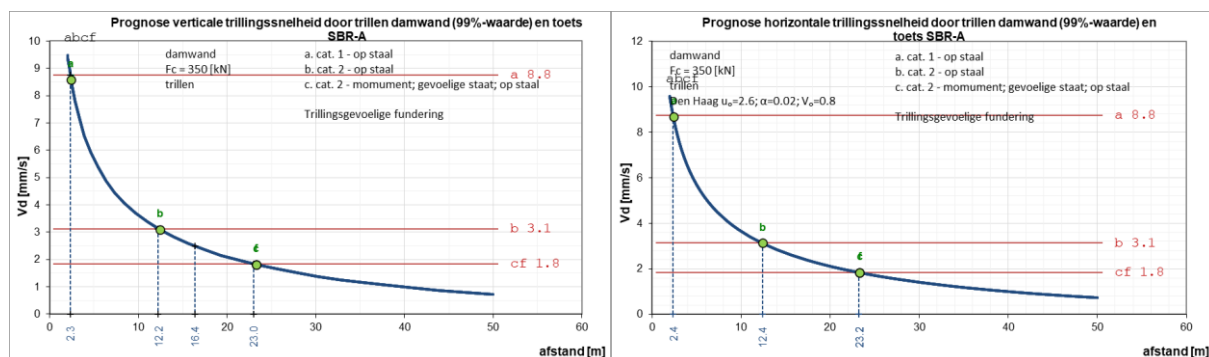
weergegeven en bepaald met de formule: $V_r = \frac{V_{kar}}{\gamma_t * \gamma_s * \gamma_v}$.

Tabel 3. Grenswaarden trillingssnelheid voor bebouwing bij verschillende type metingen

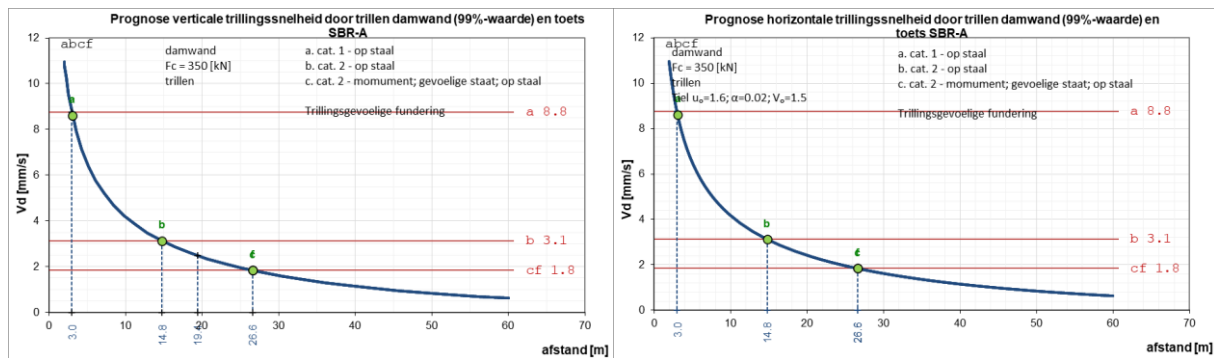
SBR-A Categorie	Monument	Bouwkundige Staat	V_{kar} [mm/s]	γ_s [mm/s]	γ_t [mm/s]	Type Meeting	γ_v [mm/s]	V_r [mm/s]
1	Nee	Normaal	35,0	1,0	2,5	Indicatief	1,6	8,7
						Beperkt	1,4	10,1
						Uitgebreid	1,0	14,0
2	Nee	Normaal	12,5	1,0	2,5	Indicatief	1,6	3,1
						Beperkt	1,4	3,6
						Uitgebreid	1,0	5,0
2	Ja	Gevoelig / monument	12,5	1,7	2,5	Indicatief	1,6	1,8
						Beperkt	1,4	2,1
						Uitgebreid	1,0	2,9

4.2 Invloedgebied van trilwerkzaamheden

In onderstaande figuren (Figuur 1 en Figuur 2) zijn de resultaten van de prognose van het invloedgebied weergegeven. Dit betreft de 1% kans dat de werkelijke trilling de voorspelde trillingsintensiteit overschrijdt (beoordeling op schade). Hieruit blijkt dat de grootte van het invloedgebied 12,4 m bedraagt voor de locaties langs de GHJ, waar de bodemprofielen het best overeenkomen met de referentiesondering Den Haag (Figuur 1). Voor de andere locaties waar de bodemprofielen het best overeenkomen met de referentiesondering Tiel (Figuur 2), is de grootte van het invloedgebied 14,8 m.



Figuur 1. De 99% prognosewaarde van het invloedgebied voor referentiesondering Den Haag



Figuur 2. De 99% prognosewaarde van het invloedgebied voor referentiesondering Tiel

Het berekende invloedgebied, welke bepaald is volgens de exacte formule zoals gegeven in het Vakblad Geotechniek [3] is in Tabel 4 opgenomen. Alle panden die zich binnen dit invloedgebied bevinden dienen minimaal te worden gemonitord door middel van trillingsmetingen.

Tabel 4. Ingeschat invloedgebied van trilwerkzaamheden

Bodemprofiel CUR166	Invloedgebied [m]
Den Haag	12,4
Tiel	14,8

4.3 Invloed op zettingen

Bij de belendende panden die op staal zijn gefundeerd kunnen de opgewekte trillingen tot verdichting (inklinken) van los gepakte zandlagen beneden het funderingsniveau leiden. Deze verdichting kan tot ongelijkmatige zettingen van nabijgelegen funderingen en daarmee tot schade leiden.

Conform de SBR Praktijkrichtlijn [6] is de grootte van de maaiveldzakkingen of de zettingstrog circa 60% van de lengte van de aan te leggen damwand, gemeten vanaf de trillingsbron. Indien de panden binnen deze zone liggen, vooral bij de bodemprofielen waarin losgepakte zandlagen aanwezig zijn, is er een risico op schade door ongelijkmatige zettingen in de bodem. Dit betekent dat alle op staal gefundeerde panden die zich binnen deze zone bevinden dienen te worden gemonitord door middel van deformatiemetingen.

4.4 Te monitoren percelen/panden

De te monitoren percelen langs de noordzijde van de GHJ ten behoeve van het aanbrengen (intrillen) van de nieuwe damwanden zijn in Tabel 5 samengevat. Deze zijn alleen bepaald door de invloedsgebieden, zoals in voorgaande paragrafen bepaald. Hiervoor geldt voor de trillingsmetingen een afstand tot de bron van 12,4 m voor profiel Den Haag en 14,8 m voor profiel Tiel. Voor de deformatiemetingen gaat het om een afstand tot de bron van 60% van de damwandlengte. Deze afstanden zijn per dijkvak samengevat in Tabel 5.

In deze tabel is te zien dat er bij 64 panden trillingsmetingen dienen te worden uitgevoerd. Daarnaast dienen bij 2 panden ook deformatiemetingen te worden uitgevoerd. De percelen, bij welke zowel de trillingsmetingen als de deformatiemetingen uitgevoerd moeten worden, zijn met een asterisk (*) gegeven in de kolommen “Te monitoren percelen” en “Aantal panden”. De percelen met een trillingsafstand voor monumentale panden zijn met een plus (+) aangegeven in de kolommen “Afstand trillingen” en “Aantal panden”.

Tabel 5. De te monitoren percelen als gevolg van trilwerkzaamheden. Blauwe vakken zijn onderdeel van de HWBP dijkvakken en groene vakken zijn onderdeel van de HDSR dijkvakken.

Vak	KM		Type Damwand	Afstand zettingen [in m]	Afstand trillingen [in m]	Te monitoren percelen	Aantal panden
	Van	Tot					
199B	14,87	15,72	Constructietype 15: Twinwood C24 dikte 80 mm, lengte 5,00 meter	3,00	12,40	4948*, 3572, 5210	1*, 2
199C	15,84	16,36	Constructietype 17: Prolock Ø139,7 x 5,6 mm	4,20	14,80	252, 751, 792, 523, 769	6
199C Langs- haven	15,98	15,99	Gestaffelde (1:1) stalen damwand	5,16	14,80	Geen	0
199E	17,26	17,32	Constructietype 16: Twinwood C18 dikte 50 mm	2,40	14,80	Geen	0
	17,35	17,54					
199G	18,62 18,88 19,23	18,63 19,16 19,54	Constructietype 11: Hout D50 d=70 mm.	3,60	12,40	1030 (& 837), 738	3
199I.2	20,01	20,34	Constructietype 3: Hout D50 d=80 mm	3,60	12,40	778, 855, 878	6
199I.1	20,34	20,55	Constructietype 14: Hout D50 d=70 mm	2,70	12,40	Geen	0
199J.2	20,58	20,61	Constructietype 12: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	3,93	12,40	Geen	0
199J.1	20,61	21,22	Constructietype 13: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	8,07	14,80	Geen	0
199J.2	21,22	21,27	Constructietype 12: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	3,93	12,40	Geen	0
200A	21,27 21,47	21,46 21,51	Constructietype 11: Hout D50 d=70 mm	3,60	12,40	2671 (& 2672), 5431 t/m 5440, 6380, 6435	13
200B.1	21,91	22,02	Constructietype 10: AZ 17-700 gestaffeld 1:1 kort:lang S355	8,40	14,80 26,60+	Gemeentelijk monument 4636, Rijksmonume nt 4635, Rijksmonume nt 3252	3+
200B.2	22,04	22,13	Constructietype 21: AZ 17-700 gestaffeld 1:1 kort:lang S240	6,42	14,80	Geen	0
200C.7	22,13 22,16	22,15 22,18	Constructietype 20: AZ 12-700 gestaffeld, 1:2 lang:kort	5,40 5,46	14,80	6820	1
	22,18	22,20	Constructietype 19 zonder bolder: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	5,16	14,80	6820, 6817 (&7147)*	4, 1*, 1+
	22,20	22,30	Constructietype 19: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	5,16	14,80 26,60+	6817 (&7147)*, 4302, 5465, 5385, Gemeentelijk monument 5385	

	22,30	22,40	Constructietype 18: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	3,60	12,40	Geen	0
	22,40 22,52	22,51 22,71	Constructietype 9: Hout verankerd D50 d=80 mm JLD 2,4 GEWI20T h.o.h. 3 meter	3,60	12,40	530	1
200C.6+8	22,71	23,17	Constructietype 8: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	4,80	14,80	364	1
200C.2+5 a	23,17	23,52	Constructietype 6: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	4,14	12,40	Geen	0
200C.3	23,52	23,69	Constructietype 7: Hout verankerd D50 d=70 mm JLD 2.4 GEWI20T h.o.h. 5 meter	3,30	12,40	Geen	0
200C.2+5 a 200C.4	23,69	24,15	Constructietype 6: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	4,14	12,40 23,20+	Gemeentelijk monument 303	1+
200C.3	24,15	24,33	Constructietype 7: Hout verankerd D50 d=70 mm JLD 2.4 GEWI20T h.o.h. 5 meter	3,30	12,40	302	1
200C.2+5 a	24,33	24,60	Constructietype 6: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	4,14	12,40	299	1
200C.1b	24,60	24,79	Constructietype 5: AZ 17-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	7,74	14,80	257, 299, 256, 258	8
200C.1a 200D	24,79	25,09	Constructietype 4: Prolock Ø152,4 x 8,0 mm S355	5,64	14,80	257, 256, 255	
200E.3	25,09	25,33	Constructietype 1: Prolock Ø139,7 x 7,1 mm S355	4,44	12,40	247	2
200E.2 + Beheer-locatie	25,33 25,37	25,67 25,78	Constructietype 2: Hout verankerd D50 d=70 mm JLD 2.4 GEWI20T h.o.h. 5 meter	3,00	12,40	242, 241, 832, 238	3
200E.1	25,78	26,05	Constructietype 1: Prolock Ø139,7 x 7,1 mm S355	4,44	12,40	184	1
200E.1a	26,05	26,14	Constructietype 18: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	3,60	12,40	179, 180, 181, 183, 184	4

5. Conclusies en aanbevelingen

In dit rapport zijn de resultaten van de trillingspredictie voor het project GHIJ-Noord gepresenteerd en zijn de invloedgebieden van de trilwerkzaamheden bepaald. Aan de hand van deze predicties kan worden geconcludeerd dat het trillend aanbrengen van de aan te leggen damwanden bij toepassing van het trilblok SAES HST055 tot een acceptabel klein risico op schade zal leiden aan de bebouwing buiten de invloedszone.

Voor de belendende panden die zich binnen deze invloedgebieden bevinden (64 panden, waarvan 5 monumentaal) dienen minstens indicatieve trillingsmetingen te worden uitgevoerd. Om de kans op schade tijdens de trilwerkzaamheden klein te houden en de kans op stilstaan tijdens de werkzaamheden te verminderen wordt aanbevolen om voor panden die binnen een afstand van 6 m tot de trillingsbron staan al vanaf het begin uitgebreide trillingsmetingen uit te voeren.

Als gevolg van de trilwerkzaamheden kunnen ook ongelijkmatige zettingen optreden (vooral bij de op staal gefundeerde panden) op korte afstand van de trillingsbron, waarbij de zone van de maaiveldzetting circa 60% is van de damwandlengte. Omdat er een verhoogd risico is op schade, dienen binnen deze zone niet alleen trillingsmetingen, maar ook deformatiemetingen te worden uitgevoerd (2 panden).

De conclusies uit deze trillingspredictie zijn indicatief voor het opstellen van het bestek voor het dijkverbeteringsproject GHIJ-Noord. Voor de definitieve vaststelling van grenswaarden dient de bouwkundige staat van de panden geïnspecteerd te worden. Mocht uit inspecties blijken dat de gebruikte aannames afwijken van hetgeen aangehouden in dit rapport, dan heeft dat gevolgen voor de predicties en dienen de grenswaarden te worden bijgesteld. Op basis van deze inspectie en de bijgewerkte grenswaarden dient een monitoringsplan opgesteld te worden.

Het gebruik van het trilblok SAES HST055 is in principe gunstig voor trillingsschade, omdat hoogfrequente trillingen door de grond sneller met de afstand worden gedempt. Er dient wel opgelet te worden tijdens het opstarten en het uitschakelen vanwege het mogelijk voorkomen van tijdelijk hoge waarden van trillingsintensiteit in de bodem. Het wordt ook aanbevolen om het intrillen van de damwanden te beginnen met de damwandplanken met de grootste afstand ten opzichte van de belendende panden.

Daarnaast is in deze predicties ervan uitgegaan dat er geen obstakels worden geraakt tijdens de trilwerkzaamheden. Indien men bij het intrillen op onvoorziene obstakels zou stuiten (bijvoorbeeld puin), kunnen de waarden van trillingssnelheid snel oplopen. Als obstakels worden aangetroffen tijdens het intrillen in de nabijheid van een pand, dienen deze indien mogelijk te worden verwijderd. Alternatief kan worden voorgeboord, wanneer de trillingsmeters aangeven dat de grenswaarden worden bereikt.

Tijdens de trilwerkzaamheden dient te worden gemonitord of de grenswaarde trillingssnelheid wordt bereikt. In dit rapport zijn de toelaatbare grenswaarden bij verschillende type metingen voor zowel de belendende panden als de trillingsgevoelige funderingen gegeven. Indien het type meting wordt opgeschaald naar de uitgebreide meting en de bijbehorende grenswaarde alsnog wordt bereikt, wordt het toepassen van trillingsarme installatiesystemen (statisch drukken) aanbevolen zodat de kans op schade acceptabel klein is.

6. Gevoeligheidsanalyse type trilblok

Voor het intrillen van de (lange) stalen damwanden kan het efficiënter zijn om een krachtiger trilblok toe te passen. In deze paragraaf is daarom een gevoeligheidsanalyse gedaan voor het scenario dat het trilblok ICE 18RF [7] wordt toegepast bij de stalen damwanden.

6.1 Invloedgebied van trilverkzaamheden

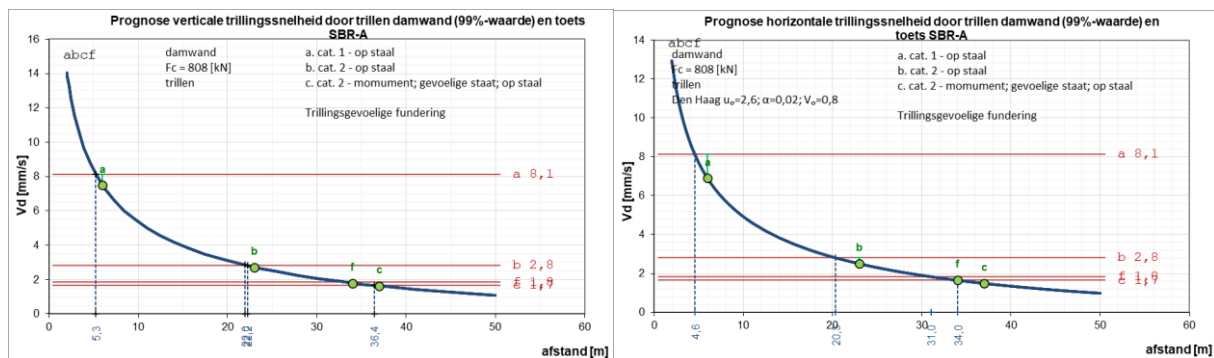
Ten opzichte van paragraaf 4.2 nemen de afstanden van het invloedgebied toe bij het gebruik van een ICE 18RF trilblok. Dit trilblok heeft een frequentie van 35 Hz en een slagkracht van 850 kN (zie bijlage II).

Voor referentiesondering Den Haag resulteert dit in een afstand van:

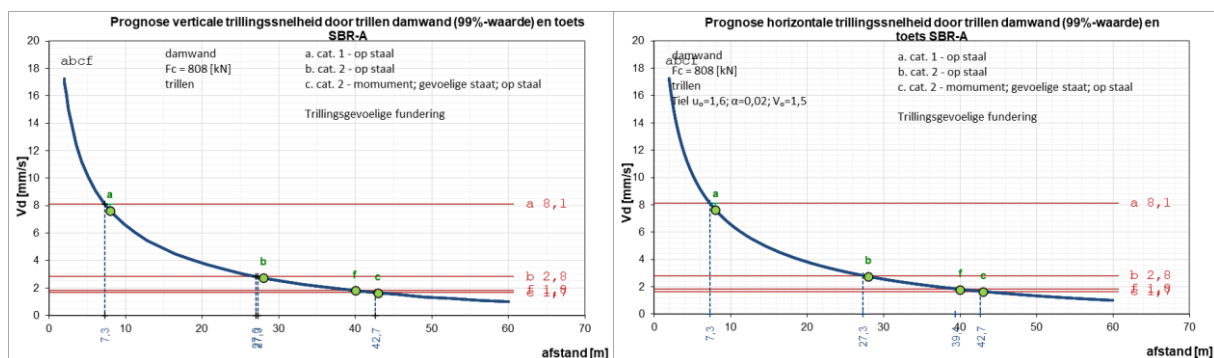
- 23 meter voor categorie 2 gebouwen;
- 37 meter voor monumentale categorie 2 gebouwen.

Voor referentiesondering Tiel resulteert dit in een afstand van:

- 28 meter voor categorie 2 gebouwen;
- 43 meter voor monumentale categorie 2 gebouwen.



Figuur 3. De 99% prognosewaarde van het invloedgebied voor referentiesondering Den Haag



Figuur 4. De 99% prognosewaarde van het invloedgebied voor referentiesondering Tiel

6.2 Te monitoren percelen/panden

In Tabel 7 is een vergelijking gemaakt tussen het totaal aantal panden bij gebruik van het SAES (HST055) trilblok en het ICE (18 RF) trilblok. Te zien is dat het aantal panden in de invloedzone toeneemt bij gebruik van het ICE trilblok. In totaal gaat het om een toename van 16 categorie 2 panden en 1 monumentaal pand.

Het totaal komt daarmee uit op 81 panden uit waar trillingsmetingen gedaan dienen te worden en 2 panden met deformatiemetingen.

Tabel 6. Totaal aantal panden voor trillingsmetingen/deformatiemetingen per besteksdeel

Deel bestek	Type metingen	Panden SAES HST055	Waarvan monumetaal	Extra panden door ICE 18RF	Extra monumetaal door ICE 18RF	Totaal panden	Waarvan monumetaal
HDSR	Trillings-metingen	19	2	5	1	24	3
	Deformatie metingen	1	0	0	0	1	0
HWBP	Trillings-metingen	45	3	12	0	57	3
	Deformatie metingen	1	0	0	0	1	0
Totaal	Trillings-metingen	64	5	17	1	81	6
	Deformatie metingen	2	0	0	0	2	0

Tabel 7. Aantallen panden per type trilblok. Blauwe vakken zijn onderdeel van de HWBP dijkvakken en groene vakken zijn onderdeel van de HDSR dijkvakken.

Vak	KM		Type Damwand	Referentie-sondering	Afstand trillingen [in m]	Aantal panden SAES	Aantal panden ICE
	Van	Tot					
199C Langshaven	15,98	15,99	Gestaffelde (1:1) stalen damwand	Tiel	28	0	2
199J.2	20,58	20,61	Constructietype 12: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	Den Haag	23	0	0
199J.1	20,61	21,22	Constructietype 13: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	Tiel	28	0	0
199J.2	21,22	21,27	Constructietype 12: AZ 17-700 s240 gestaffeld 1:4 lang:kort	Den Haag	23	0	0
200B.1	21,91	22,02	Constructietype 10: AZ 17-700 gestaffeld 1:1 kort:lang S355	Tiel	28	3+	5, 3+
200B.2	22,04	22,13	Constructietype 21: AZ 17-700 gestaffeld 1:1 kort:lang S240	Tiel	28	0	0
200C.7	22,13	22,15	Constructietype 20: AZ 12-700 gestaffeld, 1:2 lang:kort	Tiel	28	4, 1*, 1+	7, 1*, 1+
	22,16	22,18		Tiel	28		
	22,18	22,20	Constructietype 19 zonder bolder: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	Tiel	28		
	22,20	22,30	Constructietype 19: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	Tiel	28		
	22,30	22,40	Constructietype 18: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	Den Haag	23	0	2
200C.1b	24,60	24,79	Constructietype 5: AZ 17-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	Tiel	28 (43+)	8	8, 1+

200E.1a	26,05	26,14	Constructietype 18: AZ 12-700 gestaffeld, 1:1 lang:kort	Den Haag	23	4	5
----------------	-------	-------	---	----------	----	---	---

Referenties

- [1] SBRCURnet, „CUR 166 Damwandconstructies. Deel 1 en 2 (6e druk),” Juli 2012.
- [2] SBRCURnet, „SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan Bouwwerken 2017,” November 2017.
- [3] Ir. Ben Rijnveld, Ir. Albert Jan Snethlage, „Aanscherping Trillingsprognoses met Nauwkeuriger Bepaalde Veiligheidsfactoren,” *Vakblad Geotechniek*, Oktober 2014.
- [4] SAES International BV, „SAES HST-Serie Hydraulische Trilblokken. Technische Gegevens,” 2021.
- [5] Arcadis, „GHIJ-Noord- vereenvoudigde geotechnisch lengteprofiel,” 2024.
- [6] SBRCURnet, „Omgevingsbeïnvloeding Inbrengen en Trekken van Damwanden – Praktijkrichtlijn,” December 2017.
- [7] ICE, „ICE info 18 RF (18RF0012/0602),” 2000-2001.

Bijlage I – Referentiesonderingen CUR166

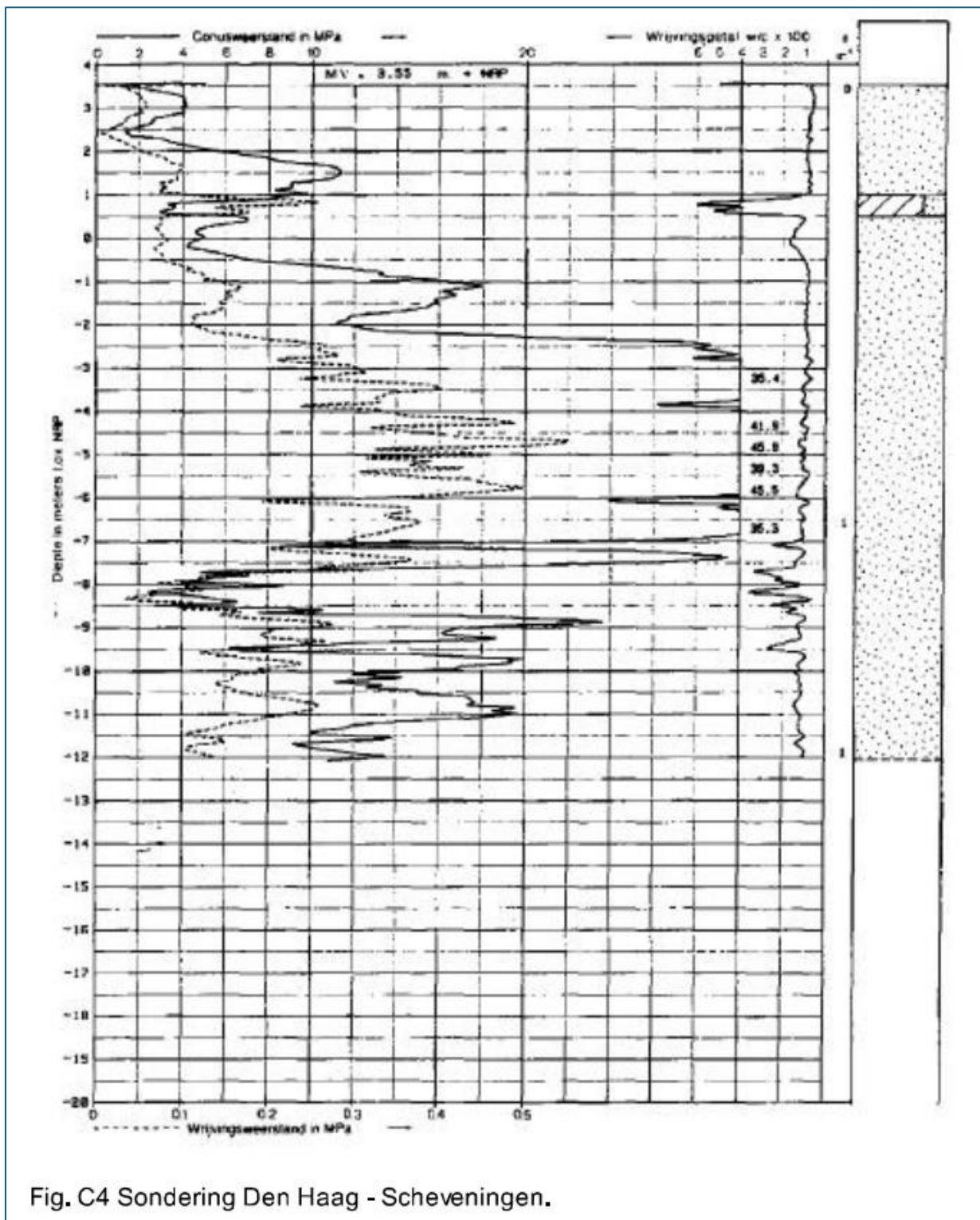


Fig. C4 Sondering Den Haag - Scheveningen.

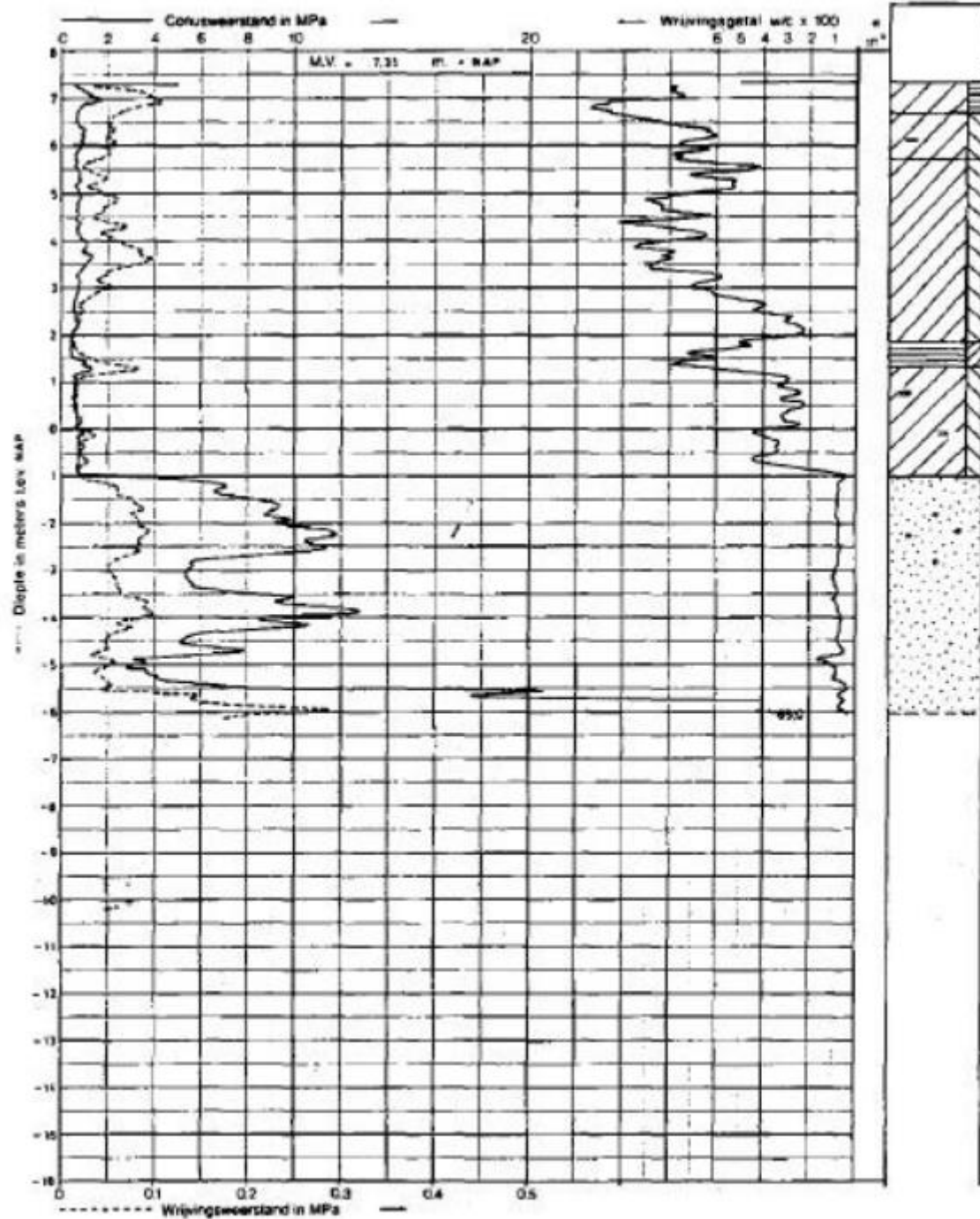


Fig. C7 Sondering Tiel.

Bijlage II – Gegevens trilblokken



SAES International B.V.
Lozerweg 10-14, 6006 SR WEERT
Telefoonnummer (algemeen): +31 (0)495-561929
E-mailadres (algemeen): info@saes.nl
KVK: 12048862, BTW: NL8110.88.911.B01
IBAN: NL67 INGB 0006 7526 33, BIC: INGBNL2A
Internet: www.demolitiontools.eu

SAES HST-Serie Hydraulische Trilblokken

Technische gegevens (Update: april 2021)

type	Eenh.	HST007HP	HST010HP	HST015	HST030	HST055	HST070	HST110	HST150
Machineklasse	ton	2 – 5	4,5 – 8	6 – 16	15 – 28	20 – 35	22 – 37	24 – 42	25 – 46
Adapter opname (WIG)		CW0 CW10	CW0 CW10	CW10 CW20/30	CW20/30 CW40	CW40 CW45	CW40 CW45	CW40 CW45	CW40 CW45
Gewicht NN-NN-NN	kg	136	178	335	600	710	785	1230	1435
Gewicht DFS-NN-NN (basisuitv.)	kg	144	186	361	632	750	825	1270	1475
Gewicht DFS-RM-NN	kg	160	202	396	712	820	910	1350	1555
Gewicht DFS-RM-CW00	kg	-	-	-	-	-	-	-	-
Gewicht DFS-RM-CW0	kg	186	228	-	-	-	-	-	-
Gewicht DFS-RM-CW10	kg	212	254	420	-	-	-	-	-
Gewicht DFS-RM-CW0/CW10	kg	257	280	-	-	-	-	-	-
Gewicht DFS-RM-CW30	kg	-	-	508	792	-	-	-	-
Gewicht DFS-RM-CW10/CW30	kg	-	-	553	-	-	-	-	-
Gewicht DFS-RM-CW40	kg	-	-	-	-	916	1005	1450	1720
Gewicht DFS-RM-CW45	kg	-	-	-	-	1050	1140	1600	1870
Dynamische massa	kg	-	-	242	430	545	598	885	1120
Dynamische massa + CL	kg	-	-	427	650	765	820	1105	1340
Inhoud std. HD-hydomotor	cc	15	20	31	52	82	82	42 (2x)	52 (2x)
Max. motorvermogen	kW	8	8	17	26	65	66	62	78
Centrifugaalkracht	kN	23	35	50	95	155	205	240	330
Amplitude RM	mm	5,2	5,9	6,5	8,8	9,2	12,0	11,2	11,0
Amplitude RM + CL	mm	-	-	6,0	8,2	8,7	11,4	12,8	10,5
Frequentie	rpm	2200-3000	2200-3000	2100-2600	2200-2500	2400-2900	2400-2900	2200-2600	2200-2600
Maat smoring	Ømm	5,5	6,5	8,5	10,5	11	11,5	11	11
Afstelgegevens:									
Olieflow	l/min	25 – 40	25 – 40	55 – 85	100 – 131	170 – 210	175 – 215	170 – 210	200 – 260
Max. flow machinedrager ⁽¹⁾	l/min	55	55	175	175	210	215	210	280
Werkdruk	bar	120 – 140	120 – 140	120 – 140	100 – 140	180 – 190	180 – 190	180 – 190	180 – 190
Max. druk machinedrager ⁽¹⁾	bar	175	175	210	210	210	210	210	210
Max. retourdruk	bar	6	6	8	10	10	10	10	10
Hoogte NN	cm	39	39	61	70	78	78	79	87
Hoogte RM	cm	41	41	64	73	81	81	82	90
Doorlaatmaat (breedte x lengte)	cm	45 x 45	51 x 55	61 x 89	71 x 99	87 x 95	94 x 95	200 x 100	230 x 125
Grondplaat (breedte x lengte)	cm	45 x 45	51 x 45	61 x 76	71 x 85	87 x 75	94 x 75	200 x 100	230 x 125
Gatenpatroon grondplaat	cm	38 x 38	38 x 38	38 x 38	38 x 38	38 x 45	38 x 52	38x38 (2x)	38x38 (2x)
Diameter gaten in patroon	cm	Ø 2,2	Ø 2,2	Ø 2,7	Ø 2,7	Ø 2,7	Ø 2,7	Ø 2,7	Ø 2,7
Gatenpatroon bovenzijde, FRD..		F2	F3	F6	F12/F19	F19	F19	N.V.T.	N.V.T.
Slangenset std. - Pers		16Sx1500	16Sx1500	20Sx2000	25Sx2000	30Sx2500	30Sx2500	30Sx2500	30Sx2500
Slangenset std. - Retour		20Sx1500	20Sx1500	25Sx2000	30Sx2000	38Sx2500	38Sx2500	38Sx2500	38Sx2500
Damwandenklem:									
Eigen massa	kg	-	-	160	160 / 350	350	350	350	350
Klemkracht (250 bar)	kN	-	-	165	165 / 200	200	200	200	200

⁽¹⁾ De maximale flow- en drukwaarden gelden enkel wanneer een druk-flowset (DFS) is geïnstalleerd!

Verklaring typeaanduiding (basisuitvoering = DFS-NN-NN):

HST015 NN – NN – NN
HST015 DFS – RM – CW10

NN = EXCLUSIEF ADAPTER
CW = INCLUSIEF CW ADAPTER

NN = EXCLUSIEF ROTATIEMODULE
RM = INCLUSIEF ROTATIEMODULE

NN = EXCLUSIEF DRUK-FLOWSET
DFS = INCLUSIEF DRUK-FLOWSET

TYPE HST

Opmerkingen:

NN-NN: zonder roteerbare bovenkop, met gatenpatroon in bovenframe (zonder kopplaat)

RM-NN: met roteerbare bovenplaat (2 x 90°), mechanisch vrij draaibaar, met vlakke bovenplaat welke is voorzien van gatenpatroon voor kopplaatmontage (zonder kopplaat)

RM-CW: met roteerbaar kopplaatstelsel (2 x 90°), mechanisch vrij draaibaar (met kopplaat)

DFS: druk-flowset inclusief slangenset / met beveiligings-regelklep met ingebouwd nazuigventiel (uitloofunctie)

CL: met damwandenklem gemonteerd onder onderbouw



info 18 RF

18RF0012/0602

Specifications - Technische Daten - Spécifications techniques - Specificaties :

GB	Eccentric moment	: 0 - 18	kgm	<u>Clamps :</u>			
	Max. centrifugal force	: 0 - 850	kN	Universal	: 100TU		
	Max. frequency	: 2100	RPM	Weight	: 490	kg	
	Max. amplitude excl. 100TU	: 14,5	mm	Caisson cl.	: 2 X 81TC		
	Max. amplitude incl. 100TU	: 12,0	mm	Weight	: 1460	kg	
	Max. static line-pull	: 240	kN	<u>Powerpack :</u>			
	Max. hydraulic power	: 226/301	kW/HP	Model	: ICE 330RF		
	Max. operating pressure	: 340	bar	Power	: 242/329	KW/HP	
	Max. oil flow	: 399	l/min	Weight	: 4950	kg	
	Dyn. weight excl. 100TU	: 2500	kg	<u>Forced lubrication :</u>			
	Dyn. weight incl. 100TU	: 2990	kg	Max. oil flow	: 22	l/min	
	Total weight incl. 100TU	: 3920	kg				
	Transport weight	: 4295	kg				
D	Statisches Moment	: 0 - 18	kgm	<u>Klemmzange :</u>			
	Max. Fliehkraft	: 0 - 850	kN	Universalzange	: 100TU		
	Max. Drehzahl	: 2100	UPM	Gewicht	: 490	kg	
	Max. Amplitude ohne 100TU	: 14,5	mm	Rohrklemmzange	: 2 x 81TC		
	Max. Amplitude mit 100TU	: 12,0	mm	Gewicht	: 1460	kg	
	Max. Statische Zugkraft	: 240	kN	<u>Aggregat :</u>			
	Max. hydraulische Leistung	: 226/301	kW/PS	Modell	: ICE 330RF		
	Max. Betriebsdruck	: 340	bar	Max. Leistung	: 242/329	KW/PS	
	Max. Fördermenge	: 399	l/min	Gewicht	: 4950	kg	
	Dyn. Gewicht ohne 100TU	: 2500	kg	<u>Zwangsschmierung :</u>			
	Dyn. Gewicht mit 100TU	: 2990	kg	Max. Ölmenge	: 22	l/min	
	Gesamtgewicht mit 100TU	: 3920	kg				
	Transportgewicht	: 4295	kg				
F	Moment excentrique	: 0 - 18	kgm	<u>Pinces:</u>			
	Max. Force centrifuge	: 0 - 850	kN	Pince palplanche	: 100TU		
	Max. Fréquence	: 2100	t/min	Poids	: 490	kg	
	Max. Amplitude sans 100TU	: 14,5	mm	Pince tube	: 2 x 81TC		
	Max. Amplitude avec 100TU	: 12,0	mm	Poids	: 1460	kg	
	Force de traction statique	: 240	kN	<u>Groupe hydraulique :</u>			
	Puissance hydraulique max.	: 226/301	kW/CV	Modell	: ICE 330RF		
	Pression de travail max.	: 340	bar	Puissance théorique max.	: 242/329	KW/CV	
	Débit d'huile max.	: 399	l/min	Poids	: 4950	kg	
	Poids dynamique sans 100TU	: 2500	kg	<u>Huile lubrifiante:</u>			
	Poids dynamique avec 100TU	: 2990	kg	Quantité passée d'huile	: 22	l/min	
	Poids total avec 100TU	: 3920	kg				
	Poids de transport	: 4295	kg				
NL	Excentrisch moment	: 0 - 18	kgm	<u>Klemmen :</u>			
	Max. centrifugaalkracht	: 0 - 850	kN	Universeelklem	: 100TU		
	Max. toerental	: 2100	tpm	Gewicht	: 490	kg	
	Max. amplitude excl. 100TU	: 14,5	mm	Pijpenklem	: 2 x 81TC		
	Max. amplitude incl. 100TU	: 12,0	mm	Gewicht	: 1460	kg	
	Max. statische trekkracht	: 240	kN	<u>Aggregaat :</u>			
	Max. hydraulisch vermogen	: 226/301	kW/PK	Model	: ICE 330RF		
	Max. werkdruk	: 340	bar	Vermogen	: 242/329	KW/PK	
	Max. oliedoorstrooming	: 399	l/min	Gewicht	: 4950	kg	
	Dyn. gewicht excl. 100TU	: 2500	kg	<u>Geforceerde smering :</u>			
	Dyn. gewicht incl. 100TU	: 2990	kg	Max. volumestroom olie	: 22	l/min	
	Totaalgewicht incl. 100TU	: 3920	kg				
	Transportgewicht	: 4295	kg				