

Toetsing van het bestaande zettingsmodel 2017

Afvalverwerking Vink te Barneveld

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	3
1.1	ALGEMEEN	3
1.2	DOELSTELLING	3
2	ZETTING GEDRAG EINDAFDICHTING	4
2.1	BEREKENINGSWIJZE VAN DE ZETTING	4
2.1.1	<i>Algemeen</i>	4
2.1.2	<i>Theoretische onderbouwing</i>	4
2.2	ZETTINGSMETINGEN	5
2.2.1	<i>Voorschriften en verrichtte metingen</i>	5
2.2.1	<i>Meetresultaten</i>	6
2.2.2	<i>Ongelijke zettingen</i>	9
2.3	TOETSING AAN PROGNOSE	9
3	EINDHOOGTE ZETTINGSPUNTEN	11
3.1	UITGANGSPUNTEN	11
3.2	TOEKOMSTIGE (AFVAL)HOOGTE PER MEETPUNT	11
4	ZAKKING ONDERAFDICHTING STORTVAK FASE 2	22
4.1.1	<i>Algemeen</i>	22
4.1.2	<i>Eindhoogte</i>	22
5	SAMENVATTING	23
5.1	MEETRONDE 9 MEI 2017	23
5.2	CONCLUSIES VOLGEND UIT DE IJKING	23
5.3	EINDHOOGTE	23
5.4	HOOGTELIKKING STORTVAK FASE 2	23
	GERAADPLEEGDE BRONNEN	24

Bijlagen

1	Locatie zettings- en meetpunten
2	Zettingsberekeningen Stortvakken

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Afvalverwerking Vink BV heeft TerrAdvies opdracht gegeven voor een toetsing van het bestaande zettingsmodel, en het bepalen van het toekomstige zettingsgedrag ter plaatse van het stortvak fase 2.

De toetsing is een aanvulling op het rapport 20154201 versie 1 van oktober 2015.

De toetsing heeft plaatsgevonden op basis van een nauwkeurige meetronde van de zettingsbouten, uitgevoerd op 9 mei 2017.

Het oorspronkelijke zettingsmodel uit 2009 is in 2015 op grond van de toen bekende gegevens herijkt ¹. De nieuwe meetronde van mei 2017 vergroot de betrouwbaarheid van het zettingsmodel.

1.2 Doelstelling

Doelstelling is:

- om binnen het kader van wettelijke eisen en randvoorwaarden van het bevoegde gezag met betrekking tot de eindafwerking te komen tot verantwoord modelering van het zettingsgedrag van het stortlichaam.
- Het zettingsgedrag in de toekomst nauwkeuriger te kunnen bepalen;
- De aanleghoogte van stortcellen en afvalpakketten af te stemmen op het zettingsgedrag van de stort;
- De capaciteit van de stortplaats zo optimaal als mogelijk te gebruiken.

¹ IJking van het bestaande zettingsmodel en Capaciteitsbepaling, TerrAdvies, rapport 20154201 van oktober 2015

2 Zetting gedrag eindafdeling

2.1 Berekeningswijze van de zetting

2.1.1 Algemeen

De berekeningswijze en theoretische onderbouwing is uitgebreid beschreven in het rapport Principe eindplan en Capaciteitsbepaling door TerrAdvies met nummer 20074701 versie 7 van 15 januari 2009.

2.1.2 Theoretische onderbouwing

De eerste aanzet tot een aanpassing van de klassieke grondmechanische zettingberekeningen voor afval is gegeven door Sowers (1973). Olivier et al hebben dit model verder door ontwikkelt (Incremental Settlement Prediction Model). Het ISPM is heden het meest gebruikte model voor zettingberekeningen van afval.

Voor de bepaling van de mogelijke overhoogte is gebruik gemaakt van de onderzoeksresultaten van F. Olivier, J.P. Gourc en C. Coquant zoals zij deze gepubliceerd hebben op het tiende International Waste Management and Landfill Symposium in Italië 2005. Principieel wijkt de berekeningsmethodiek niet af van grondmechanische zettingsberekeningen zoals deze zijn ontwikkeld door Terzaghi, Koppejan en Buisman.

Het afval zal onder invloed van de volgende processen inklinken:

- Mechanisch: de druk van het gewicht van de aangebrachte lagen afval en de eindafdeling veroorzaken een compressie van het onderliggende materiaal. De extra belasting veroorzaakt een verhoging van de normaal- en de schuifspanningen in de raakpunten van het afvalmateriaal. Door herrangschikking en heroriëntatie wordt een nieuw statisch evenwicht bereikt; resulterend in een compressie, of een vermindering van de holle ruimte, van de desbetreffende afvallaag;
- Biochemisch: de afbraak van organisch afval veroorzaakt een massaverlies omdat vaste fase omgezet wordt in gas. De partiële desintegratie van de structuren veroorzaakt een lange termijn zetting;
- Fysisch-chemisch: de oxidatie van materialen zijn weliswaar ondergeschikt aan het biochemische proces maar spelen op de lange termijn een rol in de verdere vermindering van de holle ruimten;
- Herschifting: de afbraak van afval wordt gevolgd, additief aan het verlies van massa, door een vermindering van de omvang van het afval. Dit veroorzaakt een schifting en herplaatsing van fijne deeltjes in de macroporiën.

De interactie tussen bovengenoemde processen is complex, niettemin kunnen ze verdeeld worden in twee opvallende componenten:

- een primaire (directe) zettingscomponent ten gevolge van de druk van de aangebrachte lagen afval en de eindafdeling op de onderliggende lagen en het eigen gewicht van deze lagen. Aangenomen wordt dat deze primaire zetting in afhankelijkheid is van het spanningsverschil en de representatieve samendrukkingconstante. De initiële verdichting ten gevolge van het mechanisch verdichten van de aangebrachte laag afval is verdisconteerd in de initiële laagdikte van het afval en doet niet ter zake bij de zetting ten gevolge van de extra bovenbelasting;

- een seculiere zetting die onafhankelijk is van de bovenbelasting en gedurende lange tijd plaatsvindt als gevolg van de afbraak van afval, de ineenstorting van afvalstructuren en de herschifting van kleine delen.

De volgende, in navolging van Terzaghi, afgeleide formule geeft voor een elementaire laag afval de zetting weer onder normaal geconsolideerde omstandigheden:

$$\frac{\Delta h_i^p}{(h_i)_0} = C_r \cdot \log\left(\frac{\sigma_1}{\sigma}\right)$$

Waarin:

- $(h_i)_0 = h_0$ = initiële dikte van de laag direct na verdichten door compactor [m];
 C_r = compressie ratio afhankelijk van het soort afval;
 σ = de initiële drukspanning in de elementaire laag afval [kPa]
 σ_1 = de verhoogde drukspanning in de elementaire laag afval als gevolg van de later aangebrachte afvallagen en de eindafdeling [kPa].

De seculiere zetting kan in analogie met Buisman als volgt geformuleerd worden:

$$\frac{\Delta h_i^s}{(h_i)_0} = C_{ae} \cdot \log\left(\frac{\tau}{\tau_i}\right)$$

Waarin:

- $(h_i)_0 = h_0$ = initiële dikte van de laag direct na verdichten door compactor [m];
 C_{ae} = seculiere compressie ratio afhankelijk van het soort afval;
 τ = de tijd sinds het begin van de bouw van desbetreffende laag afval i tot aan een toekomstig referentiejaar [jaar]
 τ_i = de constructietijd van de desbetreffende laag afval i [jaar].

De bepaling van de totale zetting kan als volgt weergegeven worden:

$$w_n(t) = \sum_{i=1}^n \Delta h_i^p(t) + \sum_{i=1}^n \Delta h_i^s(t)$$

Waarin:

- $w_n(t)$ = Totale zetting van de kolom van n-lagen [m].

2.2 Zettingsmetingen

2.2.1 Voorschriften en verrichtte metingen

Uit vergunningvoorschrift 13.1.3 volgt het toetsingscriteria ten aanzien van ongelijkmatige zettingen:

- Biaxiale rek (rek in twee richtingen) PEHD folie niet groter dan 5%;
 - Uniaxiale rek (rek in één richting) PEHD folie niet groter dan 20%.
- Voor de, op de stortplaats aangelegde, minerale laag Trisoplast is door

onderzoek aangetoond dat geen negatieve invloed op de ondoorlatendheid en functionaliteit optreedt bij een biaxiale en uniaxiale rek van 10%.

De maximale biaxiale rek geeft het criteria voor plaatselijke opbolling of zakkings van 1 punt terwijl de directe omgeving op hoogte blijft liggen. Wanneer een invloedsstraal van 1 meter wordt aangenomen betekent dit dat het hoogteverschil ten opzichte van de directe omgeving op een afstand van 1 m maximaal 320 mm mag bedragen. Bij uniaxiale rek, bijvoorbeeld lijnvormige verzakkingen, is de minerale laag maatgevend en bedraagt het maximale hoogteverschil over 1 m (horizontaal) 460 mm. Opgemerkt wordt dat dit soort plaatselijke risicopunten door visuele controles beter kunnen worden herkend dan met zakkingsmetingen.

Een tweede criterium heeft verband met de toetsing van het seculiere zettinggedrag over lange periode. Dit zettinggedrag is op grond van theoretisch bepaalde samendrukkingconstanten berekend (zie Principe eindplan en capaciteitsbepaling). Nauwkeurig meten van de zakkings, en de eventuele correctie van de berekeningen aan de hand van de meetresultaten, verbeterd de voorspellende waarde van de zettingberekeningen en geeft daardoor een betere schatting van de eindhoogte van de afdichting en de (rest)capaciteit van de stortplaats.

Op grond van het berekende zettinggedrag en de meetnauwkeurigheid van de instrumenten is een meetregiem voorgesteld van 1 maal per 3 jaar. Correctie van de berekeningen of meetregiem dient plaats te vinden wanneer een significante afwijking buiten de betrouwbaarheidsgrenzen van de berekening zichtbaar wordt.

Twee nauwkeurige metingen zijn verricht, op 9 april 2012 en 25 mei 2012. Er zijn meerdere hoogtemetingen beschikbaar, maar die hadden niet het oogmerk om het seculiere zettinggedrag te meten en omvatten hoogtemetingen van het maaiveld en afvalhoogte. De nauwkeurigheid van deze metingen is door de ruwheid van de gemeten oppervlakten en de meetnauwkeurigheid van de gebruikte instrumenten maximaal $0,1 \text{ m} \pm 0,1 \text{ m}$. Daarnaast zijn deze hoogtemetingen omgezet in driedimensionale hoogtelijnen kaarten van de stortplaats. De herleiding van deze hoogtekaarten naar plaatselijke hoogten (de zettingboutsen) brengt vanwege de digitale bewerking een relatief grote onzekerheid met zich mee.

2.2.1 Meetresultaten

In Bijlage 1 is de locatie van de zettingsboutsen en berekeningspunten weergegeven.

In onderstaande Tabel 1 zijn de meetresultaten weergegeven. De meetnauwkeurigheid van de bouten is ± 5 mm. De hoogtematen zijn daarom ook in mm aangegeven. Het maaiveld ter hoogte van iedere bout is bij plaatsing van de bouten gemeten ten opzichte van de geplaatste bout.

De gerelateerde metingen van het maaiveld zijn onnauwkeuriger en daarom afgerond op $0,1 \text{ m} \pm 0,15 \text{ m}$. Dit is ook het geval voor de resultaten van eerdere metingen uit 2007.

Omdat deze metingen niet verricht zijn op vaste meetpunten (het maaiveld heeft een bepaalde ruwheid en er kan nooit op exact dezelfde plaats hermeten worden) en de gebruikte apparatuur onnauwkeuriger is (DGPS meting versus waterpassing) is de betrouwbaarheid ten opzichte van een waterpassing met vaste meetpunten lager.

Opgemerkt wordt dat bij de meting van 9 mei 2017 en 9 oktober 2015 een aantal meetpunten niet bereikbaar waren vanwege depots, of dat meetpunten verstoord waren. In onderstaande tabel 1 zijn alleen de actuele meetpunten opgenomen.

Tabel 1 Meetresultaten zettingsbouten en hoogteverschil MV in m+NAP

Nummer	Hoogte bout	Hoogte bout Lacarto	Hoogte bout Lacarto	Hoogte bout Lacarto	Δh 9-10-2015 en 9 mei 2017	Δh 9-okt-15 en 25-05- 2012	Δh 25-05-2012 en 9-4-2010	Hoogte MV	Hoogte MV	Hoogte MV	Hoogte MV	Hoogte MV
	9-mei-2017	9-10-2015	25-mei-2012	9-apr-2010				9-mei-17	9-okt-15	25-mei-12	9-apr-10	nov-07
2 (bout verlengd met 2,626 m)	34,043	31,497	31,590	31,675	0,08	0,09	0,09		31,35	31,44	31,50	32,0
24	33,665	33,715	33,780	33,872	0,05	0,07	0,09	33,57		33,68	33,8	34,2
34	36,103	36,214	36,520	36,773	0,11	0,31	0,25	35,50	35,61	35,92	36,2	36,5
41	35,328	35,404	35,610	35,786	0,08	0,21	0,18	35,23	35,30	35,51	35,7	36,1
47	34,815	34,853	35,010	35,159	0,04	0,16	0,15	34,82	34,85	35,01	35,2	35,4
48	33,682	33,820	33,960	34,362	0,14	0,14	0,40	33,32	33,46	33,6	34	34,3
55	46,052	46,761			0,71			45,77				
56	39,403	40,009			0,61			38,73				
57	41,505	42,087			0,58			41,10				
58	42,522	42,851			0,33			42,21				
59	50,538	51,226			0,69			50,13				
60	42,636	43,014			0,38			42,00				
61	50,895	51,366			0,47			50,43				
62	42,536	43,163			0,63			42,06				
63	49,841	50,309			0,47			49,52				
64	42,898	43,481			0,58			42,47				
65	51,183	52,157			0,97			50,64				
66	43,102	43,567			0,47			42,66				
67	52,154	53,000			0,85			51,77				
68	43,368	43,668			0,30			43,10				
69	52,443	52,841			0,40			52,24				
73	50,931	51,782			0,85			50,68				
76	49,343	50,228			0,88			49,01				
79	44,332	44,917			0,59			44,01				
81	43,166	43,779			0,61			42,99				
82	48,916	49,396			0,48			48,39				
83	42,711	43,315			0,60			42,35				
84	50,864	51,613			0,75			50,52				
85	43,594	44,186			0,59			43,25				
86	49,330	50,103			0,77			49,13				
89	57,556							57,23				
90	56,170							55,86				
91	55,853							55,55				
92	56,640							56,47				
93	54,932							54,69				
94	57,435							57,23				
95	58,375							58,02				
96	54,996							54,69				
97	50,206							50,10				
98	54,687							54,44				
99	42,183							41,73				
100	41,894							41,36				
101	56,623							56,38				
102	54,381							53,85				

2.2.2 Ongelijke zettingen

Op de afdichtingsfase 1 t/m 3 zijn geen ongelijkmatige zettingen geconstateerd.

2.3 Toetsing aan prognose

De meetresultaten zijn vergeleken met de herijkte prognose 2015 van de seculiere zetting.

Voor de vergelijking zijn de actuele aangebrachte afvalhoogten in rekening gebracht.

Tabel 2 Toetsing hoogteverschillen aan prognose 2015

Berekenings punt	(Stort)vak	Corresponderende Hoogtebouten	nov 2007 t/m apr 2010		apr 2010 t/m mei 2012		mei 2012 t/m oktober 2015		oktober 2015 t/m mei 2017	
			Gemiddeld gemeten	Prognose	Gemiddeld gemeten	Prognose	Gemiddeld gemeten	Prognose	Gemiddeld gemeten	Prognose
			Δh [m]	Δh [m]	Δh [m]	Δh [m]	Δh [m]	Δh [m]	Δh [m]	Δh [m]
1	Fase 1	2	$0,23 \pm 0,10$	0,05	$0,10 \pm 0,02$	0,04	$0,12 \pm 0,04$	0,04	0,08	0,09
2	Fase 1/IBC	97, 98, 99	$0,23 \pm 0,10$	0,05	$0,10 \pm 0,02$	0,04	$0,12 \pm 0,04$	0,04		
3	Fase 1		$0,24 \pm 0,09$	0,05	$0,21 \pm 0,04$	0,04	$0,23 \pm 0,04$	0,04		
4	Fase 1	94, 95	$0,23 \pm 0,05$	0,05	$0,13 \pm 0,03$	0,04	$0,19 \pm 0,04$	0,04		
5	Fase 2		$0,21 \pm 0,10$	0,05	$0,12 \pm 0,03$	0,04	$0,13 \pm 0,04$	0,04		
6	Fase 2		$0,22 \pm 0,09$	0,03	$0,19 \pm 0,04$	0,03	$0,13 \pm 0,04$	0,03		
7	Fase 3	24, 47, 49	$0,32 \pm 0,06$	0,03	$0,15 \pm 0,04$	0,03	$0,14 \pm 0,04$	0,03	$0,04 \pm 0,05$	0,05
8	Fase 2	30	0,2	0,03	0,1	0,03	0,12	0,03		
9	Fase 3		$0,22 \pm 0,07$	0,06	$0,20 \pm 0,05$	0,06	$0,19 \pm 0,04$	0,06		
10	Fase 3	32, 34, 35, 41	$0,34 \pm 0,06$	0,07	$0,25 \pm 0,04$	0,06	$0,27 \pm 0,04$	0,06	$0,09 \pm 0,05$	0,05
11	O&O	86, 92							$0,77 \pm 0,05$	0,41
12	O&O	85, 86							$0,68 \pm 0,05$	0,16
13	IBC	93, 96								
14	IBC	81, 82, 97							$0,55 \pm 0,05$	0,50
15	B1/B2	61, 89							$0,47 \pm 0,05$	0,51
16	Wig	55, 56							$0,66 \pm 0,05$	0,40
17	B1/B2	57							$0,58 \pm 0,05$	0,35
18	B1/B2	58, 59							$0,33 \pm 0,05$	0,17
19	B1/B2	59, 89, 90							$0,69 \pm 0,05$	0,51
20	B2	60							$0,38 \pm 0,05$	0,15
21	B2	60, 102							$0,38 \pm 0,05$	0,17
22	B3	62, 63, 73, 76							$0,79 \pm 0,05$	0,38
23	C1	65, 73, 101							$0,91 \pm 0,05$	0,85
24	C1	64, 65							$0,78 \pm 0,05$	0,45
25	C2	66, 67							$0,66 \pm 0,05$	0,38
26	C2	67, 68, 69							$0,51 \pm 0,05$	0,52
27	IBC	83, 84, 91							$0,68 \pm 0,05$	0,64

Geconcludeerd kan worden dat op grond van deze vergelijking, de zetting over het algemeen groter is dan verwacht.

De aannames van het seculiere zettingsgedrag worden conservatief geacht en behoeven een correctie. Daarmee kan ook verwacht worden dat de prognose van het primaire zettingsgedrag aanpassing behoeft.

Aanbevolen wordt om de model herijking uit te voeren na de volgende meetronde.

3 Eindhoogte zettingspunten

3.1 Uitgangspunten

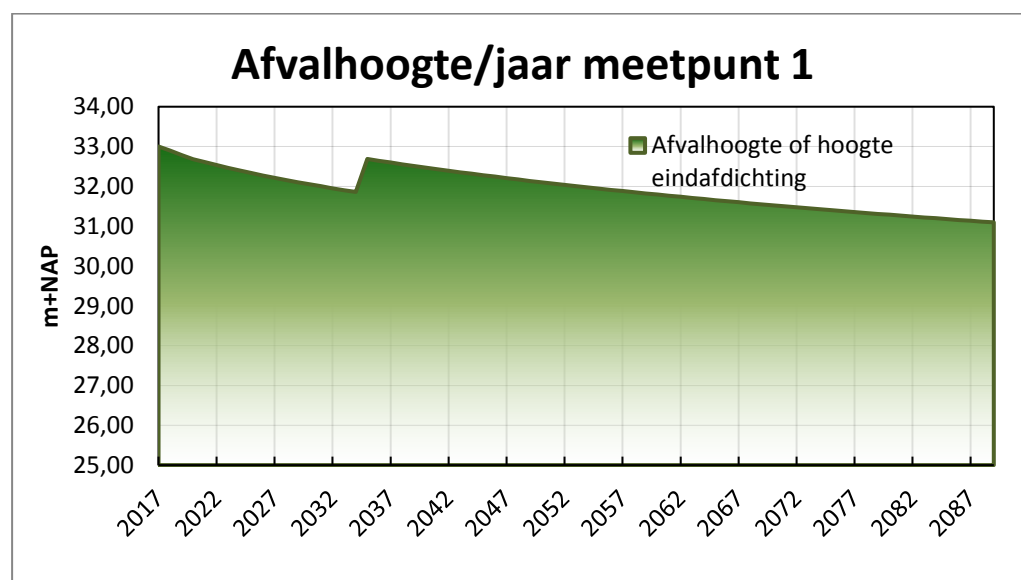
De eindhoogte van de meetpunten is bepaald op grond van de individuele berekeningen per meetpunt waarbij:

- De actuele afvalhoogte en stortjaar is bepaald;
- De toekomstige hoogte en het aantal aan te brengen afvallagen is geprognoseerd.
- Indien nieuwe afvallagen aangebracht worden dan is de primaire zetting van alle onderliggende lagen doorberekend om de toekomstige afvalhoogte te bepalen.

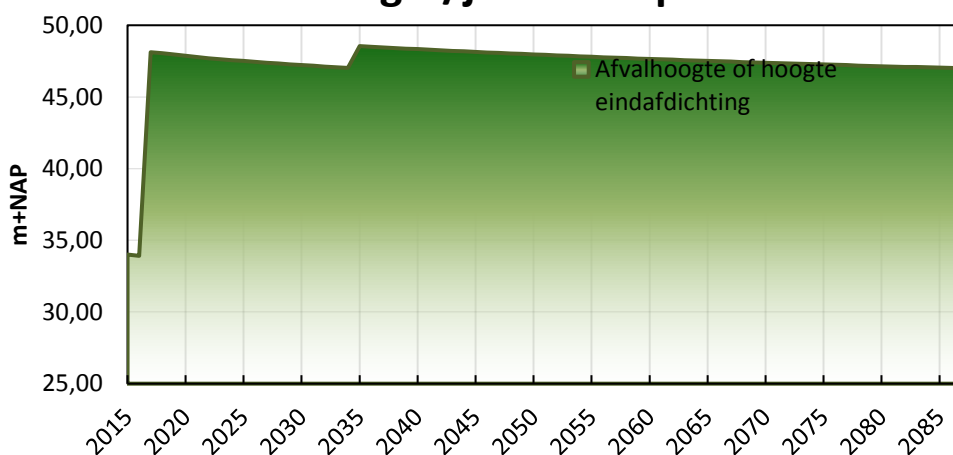
3.2 Toekomstige (afval)hoogte per meetpunt

In deze paragraaf zijn de toekomstige afvalhoogten grafisch per meetpunt weergegeven.

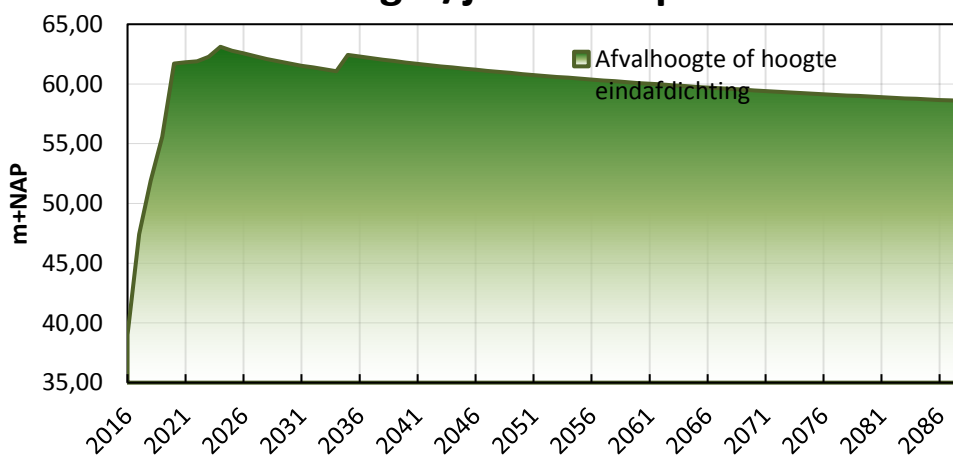
Voor kenmerkende punten ter plaatse van de hoogste toppen en inspectieweg, zijn in Tabel 2 de berekende hoogten weergegeven.



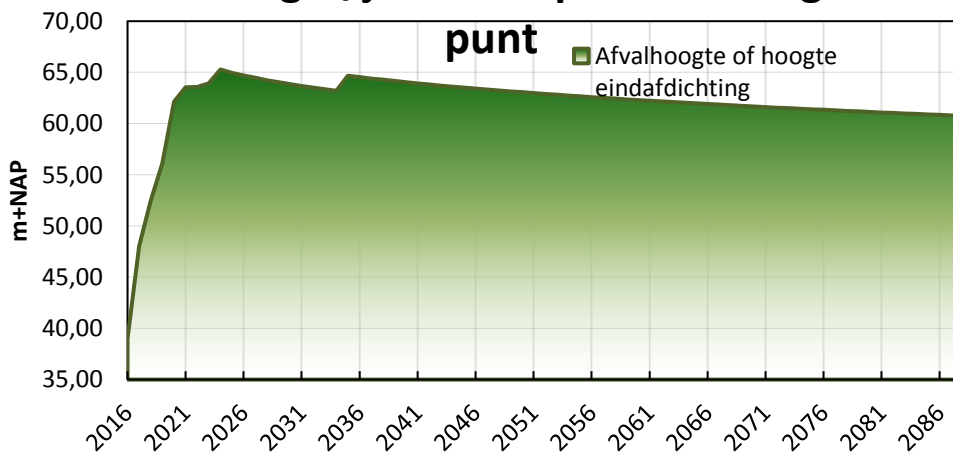
Afvalhoogte/jaar meetpunt 2



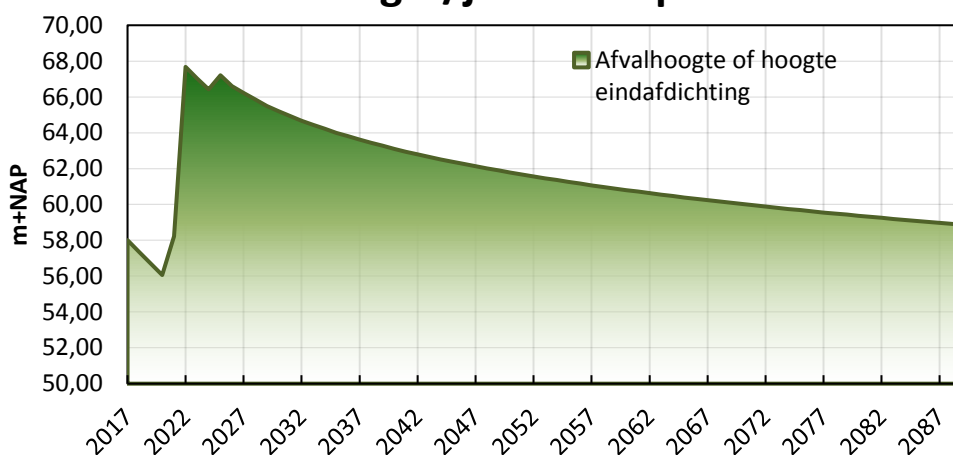
Afvalhoogte/jaar meetpunt 3



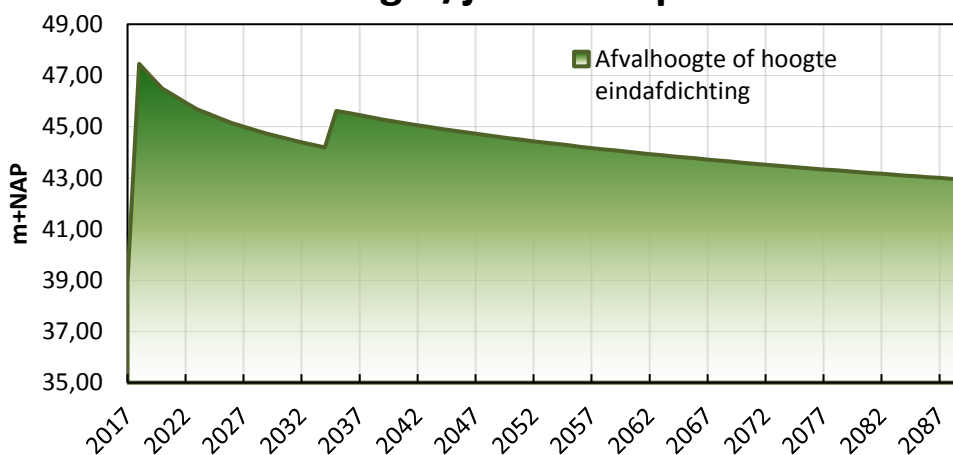
Afvalhoogte/jaar meetpunt 3A hoogste punt



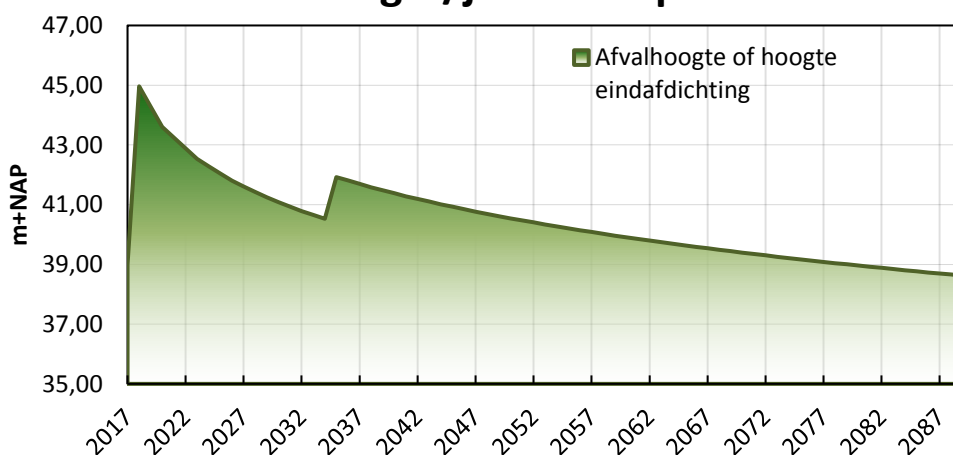
Afvalhoogte/jaar meetpunt 4



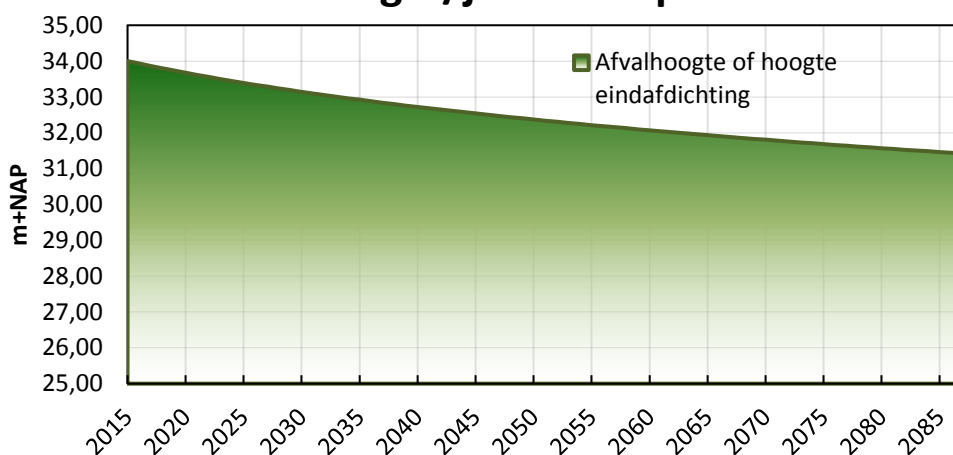
Afvalhoogte/jaar meetpunt 5



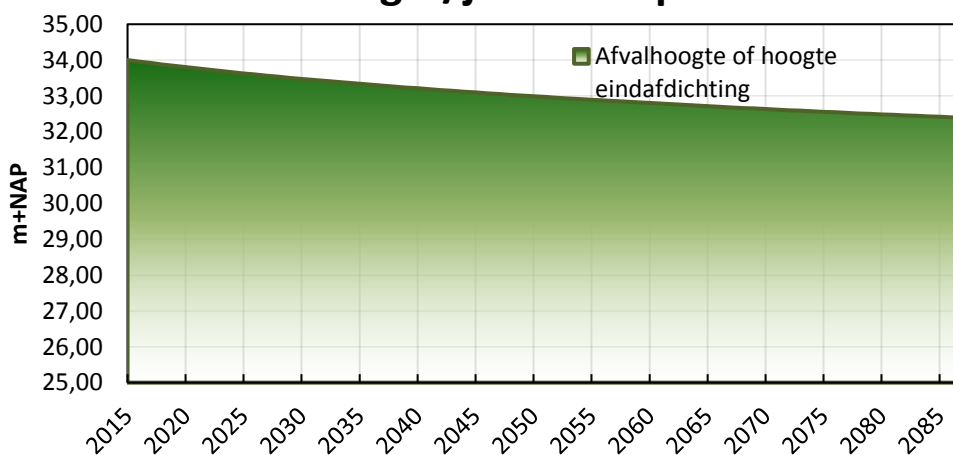
Afvalhoogte/jaar meetpunt 6



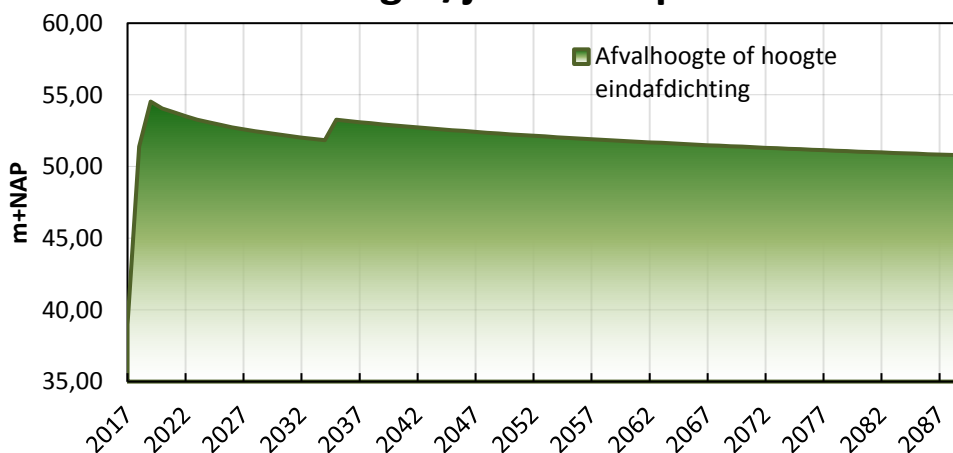
Afvalhoogte/jaar meetpunt 7



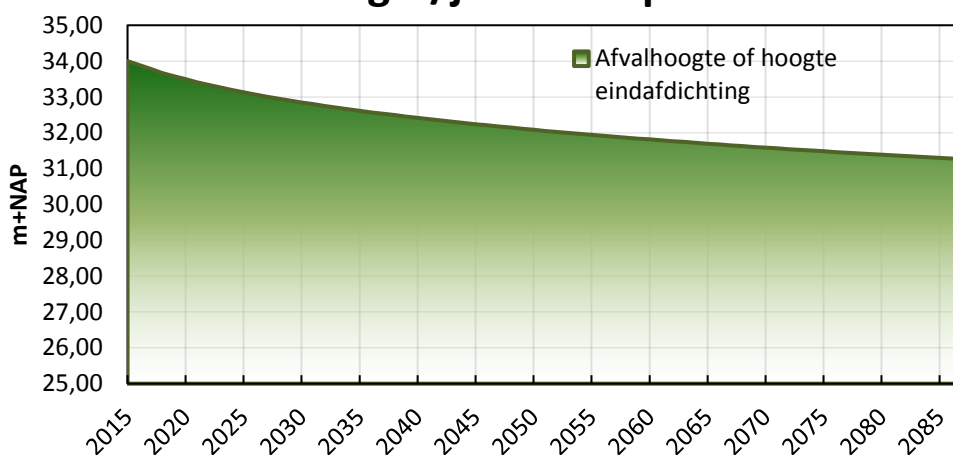
Afvalhoogte/jaar meetpunt 8



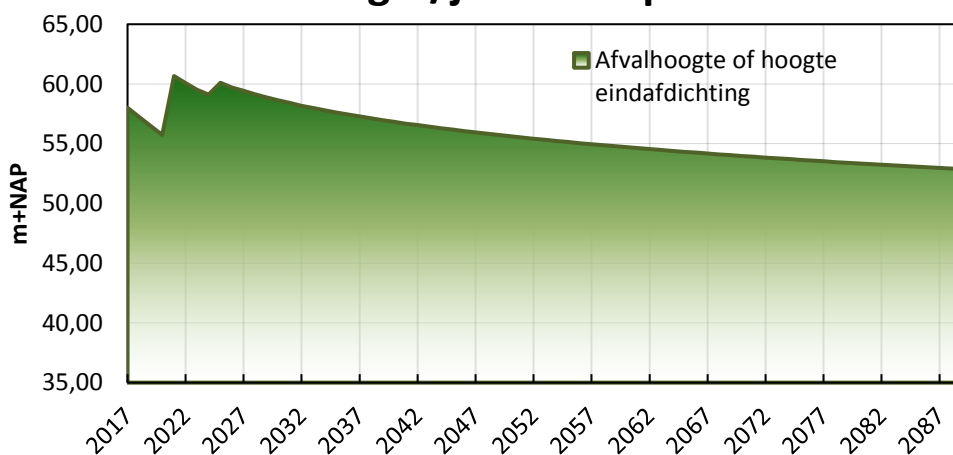
Afvalhoogte/jaar meetpunt 9



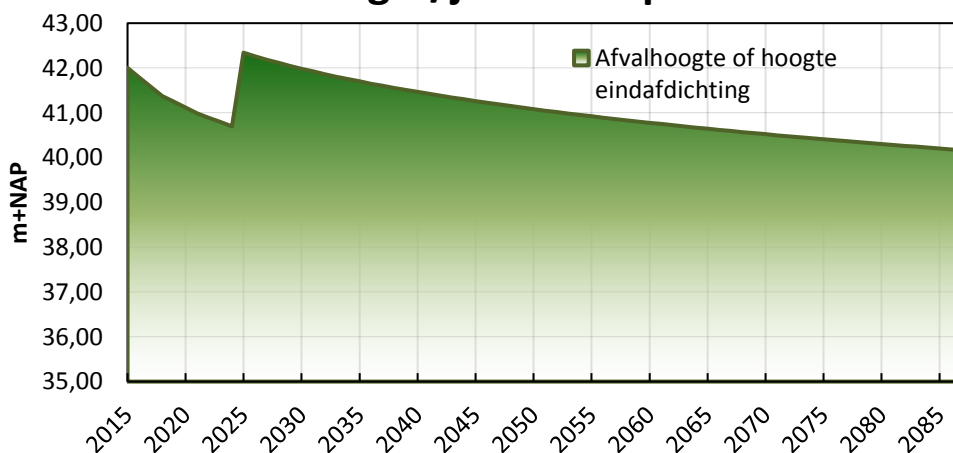
Afvalhoogte/jaar meetpunt 10



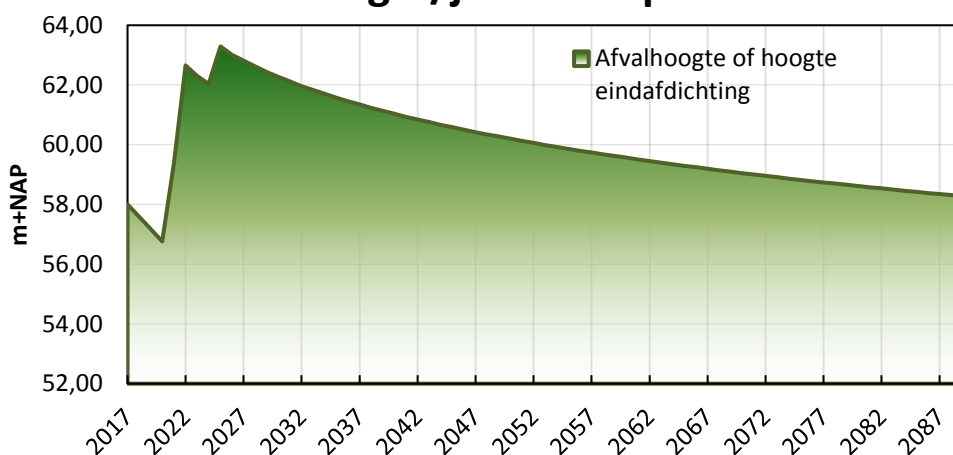
Afvalhoogte/jaar meetpunt 11



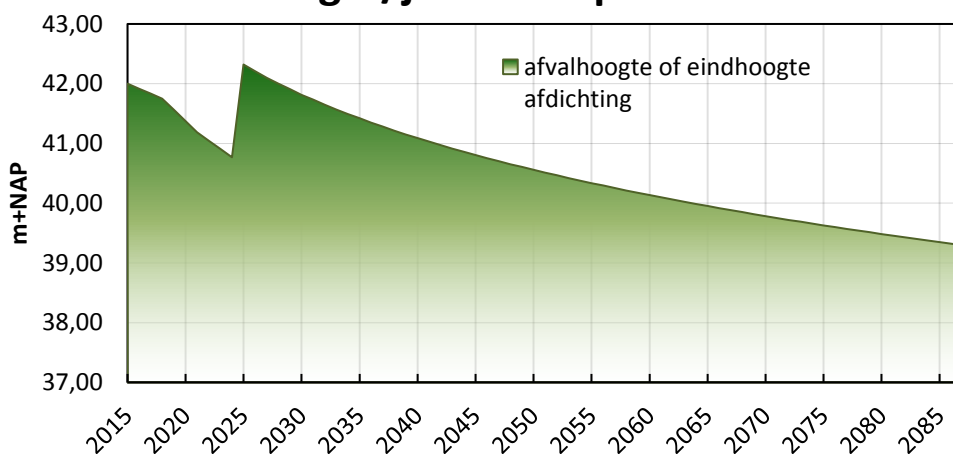
Afvalhoogte/jaar meetpunt 12



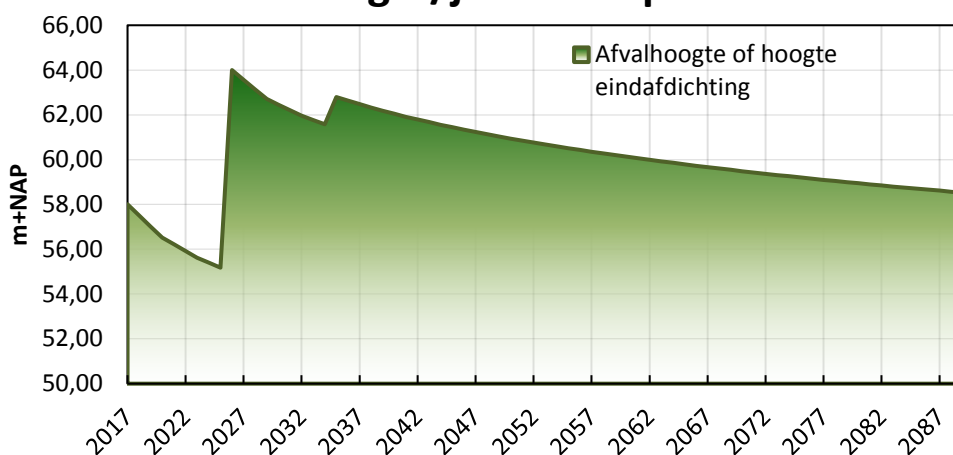
Afvalhoogte/jaar meetpunt 13



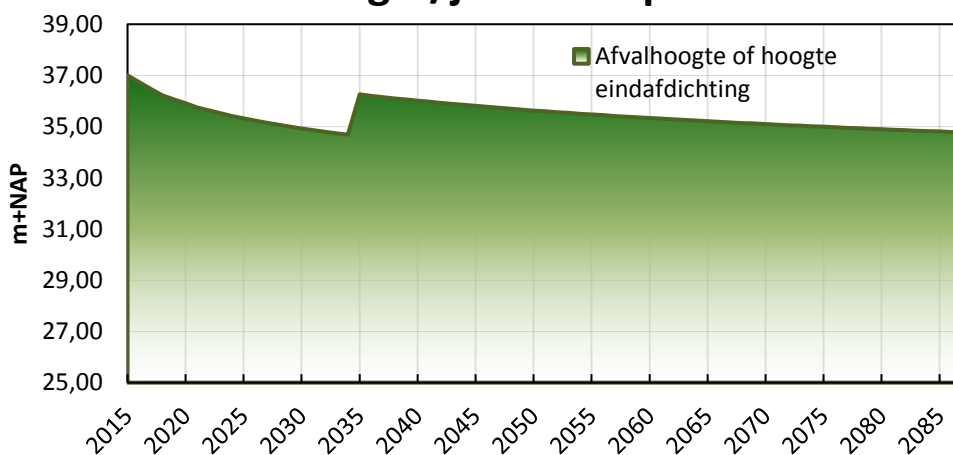
Hoogte/jaar meetpunt 14



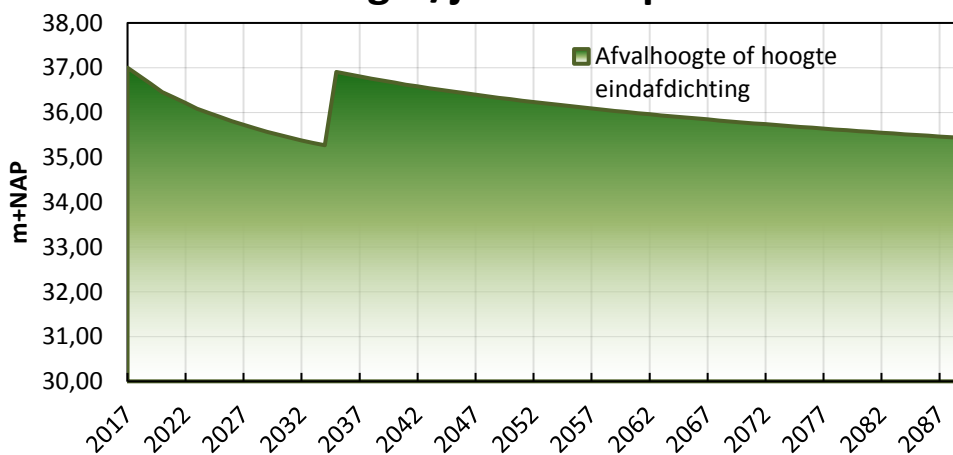
Afvalhoogte/jaar meetpunt 15



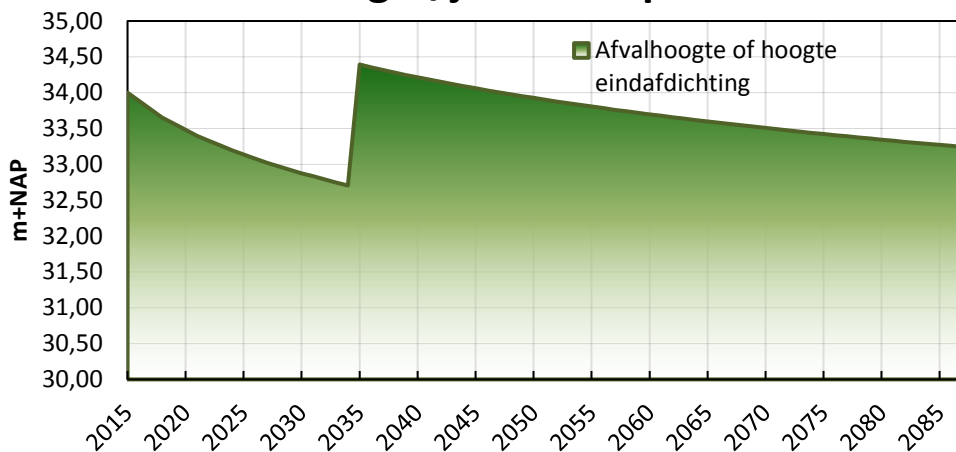
Afvalhoogte/jaar meetpunt 16



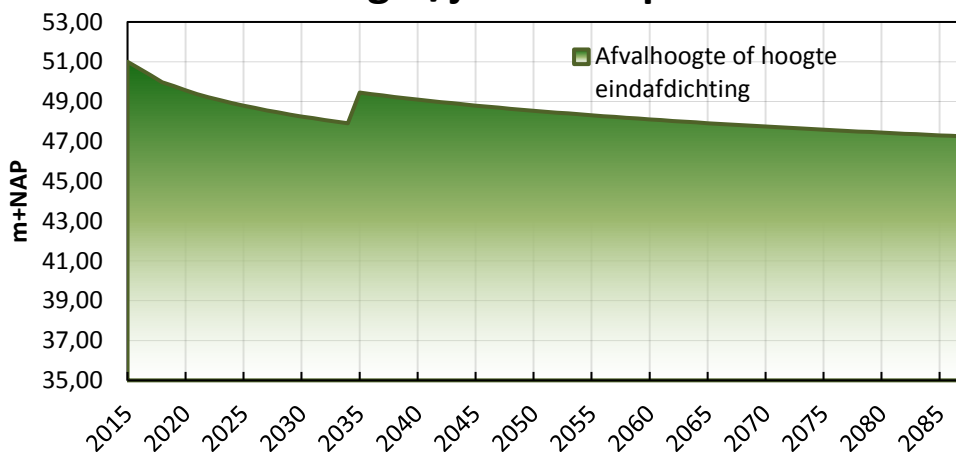
Afvalhoogte/jaar meetpunt 17



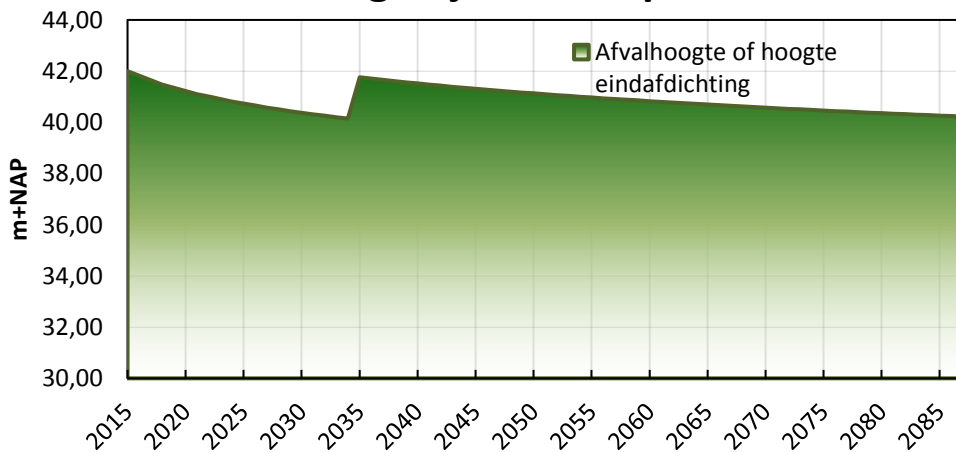
Afvalhoogte/jaar meetpunt 18



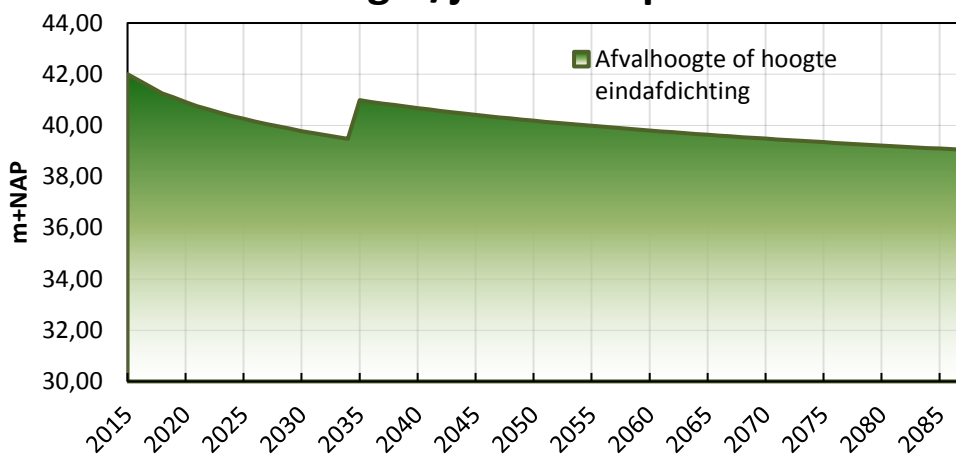
Afvalhoogte/jaar meetpunt 19



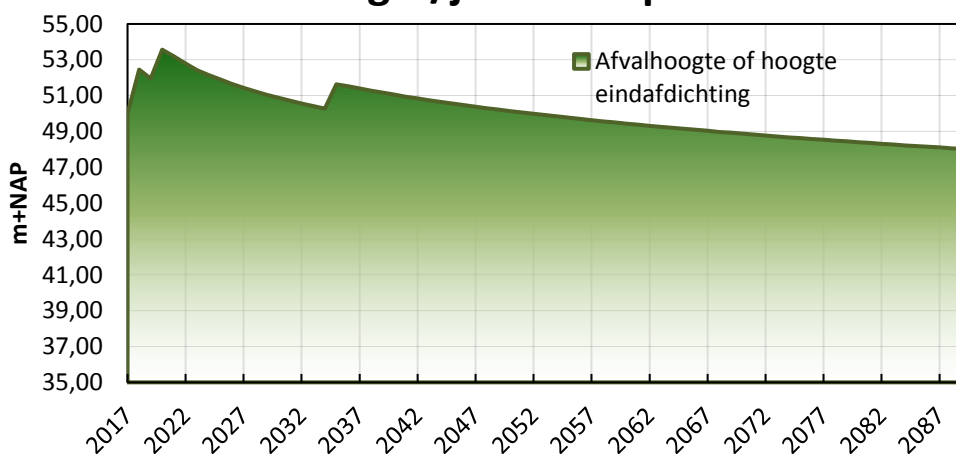
Afvalhoogte/jaar meetpunt 20



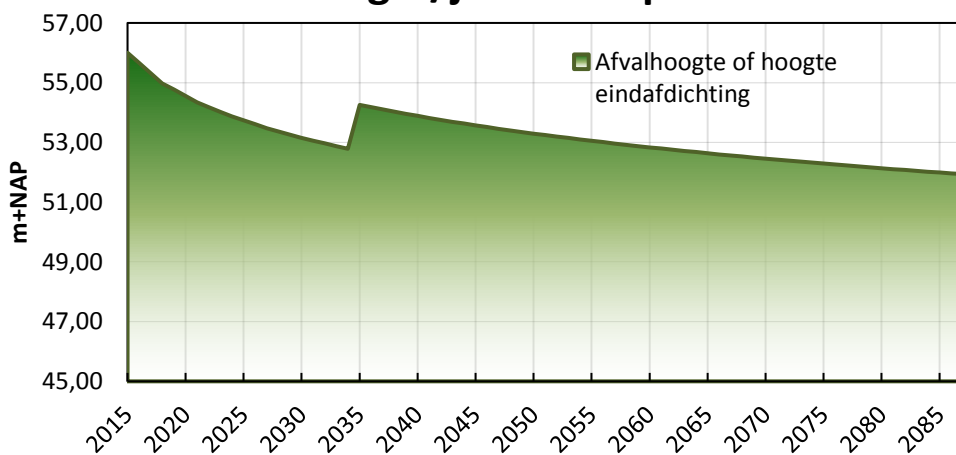
Afvalhoogte/jaar meetpunt 21



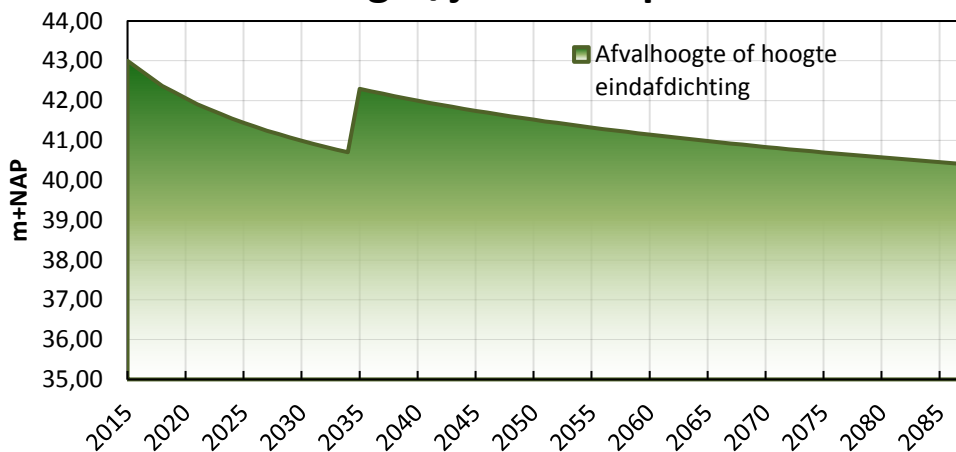
Afvalhoogte/jaar meetpunt 22



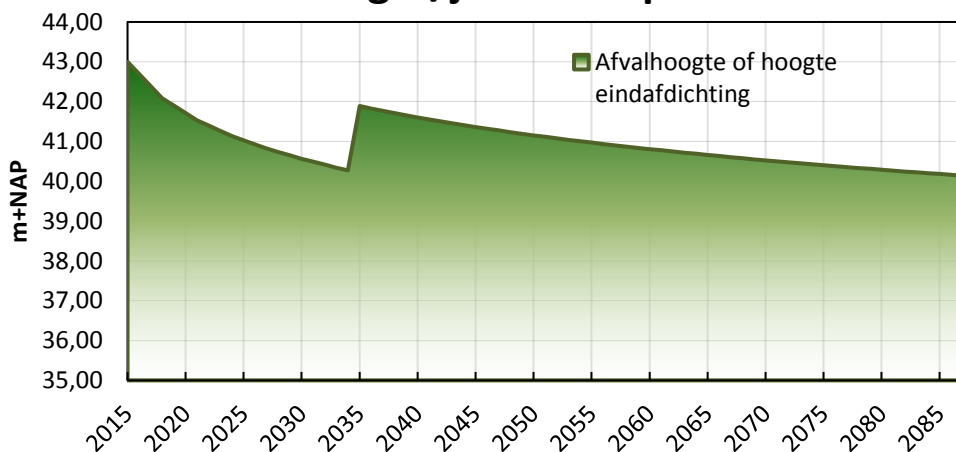
Afvalhoogte/jaar meetpunt 23



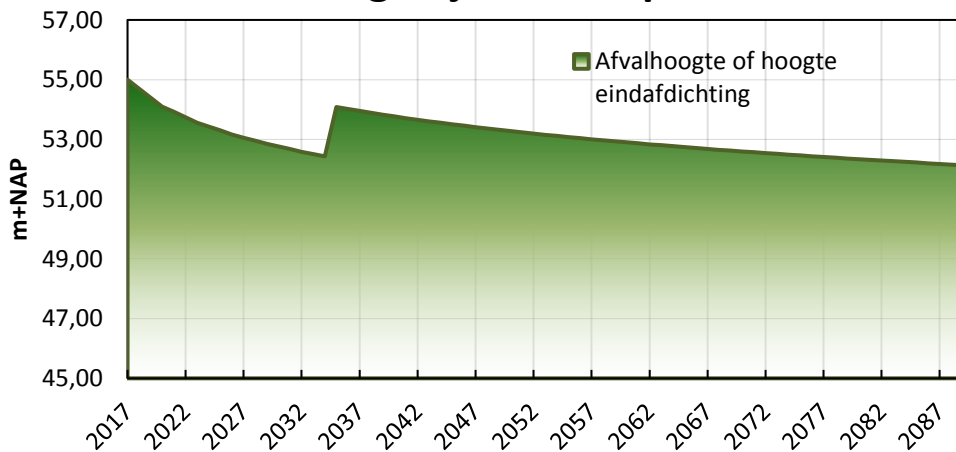
Afvalhoogte/jaar meetpunt 24

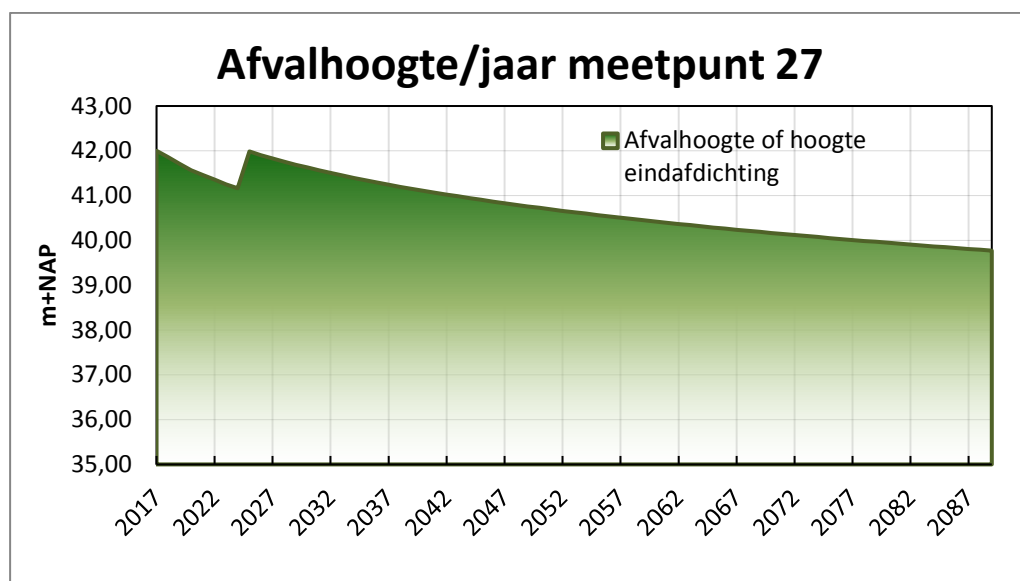


Afvalhoogte/jaar meetpunt 25



Afvalhoogte/jaar meetpunt 26





De eindhoogte van de eindafdeling na primaire en seculiere zetting tot 2060 is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3 *Bepaling eindhoogte kenmerkende zetting punten*

Onderzoek locatie	Stortvak	Hoogteligging afval	aantal lagen afval en afdichting	Totale Primaire zetting	Zetting afval Tijdbegrenzing tot en met 2060	Eindhoogte inclusief eindafdeling
		Per 9 mei 2017			seculier effect van 2017 t/m 2060	
		[m+NAP]	[m]	[m]	[m]	[m+NAP]
Toppen						
3A	fase 2	39,0	45	14,7	9,1	60,2 ±0,50
4	IBC	58,0	21	6,7	11,5	60,8 ±0,50
15	B2	58,0	15	4,6	8,3	60,1 ±0,50
Inspectie weg						
12	O\$O	42,0	2	0,3	3,0	40,8 ±0,50
14	IBC	42,0	2	0,3	3,5	40,1 ±0,50
16	Wig	37,0	2	0,4	3,3	35,3 ±0,50
20	B2	42,0	2	0,3	2,8	40,8 ±0,50
24	C1	43,0	2	0,3	3,5	41,2 ±0,50
25	C2	43,0	2	0,3	3,9	40,8 ±0,50
overig						
1	fase 1 eindafdeling	33,0	2	0,1	2,0	32,9 ±0,50
7	fase 3 eindafdeling	34,0	0	0,0	1,9	32,1 ±0,50

4 Zakking onderafdichting stortvak fase 2

4.1.1 Algemeen

De hoogteligging van de onderafdichting van stortvak Fase 2 wordt beïnvloed door de primaire zettingen van de onderliggende afvallagen ten gevolge van het aanbrengen van nieuwe lagen afval in dit stortvak. Ook dient rekening gehouden te worden met de seculiere zetting van de onderliggende lagen tot het moment dat het stortvak ten gevolge van eindafdichting is “leeggelopen”. Na “leeggelopen” heeft de onderafdichting conform Stortbesluit geen functie meer, die wordt overgenomen door de definitieve eindafdichting.

Om de invloed van de aanvullende boven belasting op de hoogteligging van de onderafdichting te bepalen zijn voor kenmerkende punten zettingsberekeningen uitgevoerd waarin:

- De invloed van de primaire zetting van onderliggende lagen ten gevolge van aanvullende boven belasting is bepaald;
- De invloed van de seculiere zetting tot het verwachte moment van leegloop (eindafdichting in 2030, leegloop in 2050) is bepaald.

4.1.2 Eindhoogte

De eindhoogte van kenmerkende punten van dit stortvak is berekend met de aanvullende boven belasting ten gevolge van de nieuwe afvallagen.

In onderstaande tabel zijn de geprognosticeerde eindhoogte op het moment van eindafdichting plus 15 jaar (verwachte leeglooptijd) weergegeven.

Tabel 4 Bepaling zetting stortvak Fase 2

hoogteligging	Locatie	Hoogte oorspronkelijk	primaire zetting	hoogte na primaire zetting	seculiere zetting tot aan moment van definitieve eindafdichting + 15 jaar		eindhoogte
					jaar	[m]	
stortvak Fase 2		[m+NAP]	[m]	[m+NAP]			[m+NAP]
Punt 1	percolaat opvang	31,00	0,68	30,32	2050	1,60	28,72
Punt 2		35,00	2,34	32,66	2050	1,69	30,97
Punt 3		34,50	2,88	31,62	2050	1,49	30,13
Punt 4		37,40	2,50	34,90	2050	1,64	33,26
Punt 5		38,00	1,90	36,10	2050	1,23	34,87
Punt 5A	teen kade	38,50	0,00	38,50	2050	1,23	37,27
Punt 6	afwatering in B3	34,00	2,27	31,73	2050	2,08	29,65
Punt 9		39,00	1,62	37,38	2050	1,06	36,32
Punt 9A	teen kade	39,00	0,00	39,00	2050	1,06	37,94

5 Samenvatting

5.1 Meetronde 9 mei 2017

Dertig bestaande meetpunten zijn op 9 mei 2017 nauwkeurig ingemeten. In deze meetronde zijn 14 nieuwe meetpunten geplaatst.

Ten opzichte van de meting van 8 oktober 2015 is een meetreeks beschikbaar. Van de meetpunten met nummer 1 t/m 54 waren 6 meetpunten bereikbaar; de overige zijn verstoord of niet bereikbaar.

Het meetpuntennet is ten opzichte van eerdere meetrondes verbeterd. Op elk stortvak zijn nu meetpunten beschikbaar.

Op grond van deze meting, en de eerdere metingen, is het zettingsgedrag bepaald en zijn is het theoretische zettingsgedrag getoetst.

5.2 Conclusies volgend uit de ijking

De volgende conclusies zijn getrokken:

- 1 op grond van de toetsing is de seculiere zetting over het algemeen groter dan verwacht
- 2 De aannames van het seculiere zettingsgedrag worden conservatief geacht en behoeven een correctie. Daarmee kan ook verwacht worden dat de prognose van het primaire zettingsgedrag aanpassing behoeft.

Aanbevolen wordt om de modelherijking uit te voeren na de volgende meetronde

5.3 Eindhoogte

Na primaire en seculiere zetting tot 2060 zullen naar verwachting de beoogde toppen een eindhoogte bereiken die lager is dan de bestemmingshoogte (60 m+NAP of 45 m boven maaiveld).

Omdat uit de huidige meetronde gebleken is dat de zettingsconstanten conservatief zijn ingeschat; is de verwachting dat de eindhoogte lager zal zijn dan nu is bepaald. Aanbevolen wordt om na de volgende meetronde een herijking van de zettingsconstanten uit te voeren, om de daadwerkelijke eindhoogte nauwkeuriger te kunnen bepalen.

5.4 Hoogteligging Stortvak fase 2

De onderafdichting van het Stortvak Fase 2 zal door de boven belasting zetten. In de berekening van de zetting is rekening gehouden met het primaire en seculiere zettingsgedrag van de onderliggende afvallagen:

- 1 Primaire zetting van de onderliggende lagen ten gevolge van extra boven belasting;
- 2 Seculiere zetting tot 2050, het moment waarop verwacht wordt dat er geen percolaat meer vrijkomt (aanbrengen bovenafdichting in 2032).

De berekeningen tonen aan dat de huidige afwaterpunten tot aan 2050 als laagste punt van het stortvak blijven functioneren en dat de tussen de laagste en hoogste punten van dit stortvak voldoende afschot beschikbaar blijft.

Geraadpleegde bronnen

- [1]. Principe eindplan en Capaciteitsbepaling door TerrAdvies met nummer 20074701 versie 7 van 15 januari 2009
- [2]. Geschiktheidsbeoordeling van de bestaande eindafsluitingen voor extra boven belasting. Ontwerp beschermingsconstructie en depots Afvalverwerking Vink te Barneveld, TerrAdvies 30 mei 2012 rapportnummer 20122201 versie 2
- [3]. Geschiktheidsbeoordeling eindafsluiting, beantwoording vragen GS, Documentnummer: 20124001-02 Datum: 2 oktober 2012
- [4]. Nazorgplan Afvalverwerking Vink Bv; TerrAdvies van 8 oktober 2007 met documentnummer 20072801 versie 4;
- [5]. Nazorgplan Stortplaats Wencopperweg te Barneveld; Grontmij Advies en techniek bv Adviesgroep Bodem van 30 juli 1998 met documentnummer 12.8194.1
- [6]. Saneringsplan “Stortplaats Vink te Barneveld, Onderzoek en afweging doelmatige bodembeschermende voorzieningen” Grontmij Advies en techniek bv Vestiging Gelderland van 26 september 2002 met documentnummer GLD9476
- [7]. Principeplan eindafwerking stortplaats Vink te Barneveld’ van 27 maart 2002 met kenmerk GLD9379, onder nummer 1214191 door Grontmij en aanvullingen bij brief van 2 mei 2002 met briefnummer 20501rb en kenmerk 104365
- [8]. Buisman, A.S.K. 1936 Results of long duration settlements tests. Proc. 1st International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Harvard University, Cambridge Massachusetts, Vol.1, pp. 103-106.
- [9]. Gourc, J.P., Thomas, S. et Vuillemin, M. 1999 Proposal of a waste settlement survey methodology. Proc. Geo-Env Conference, Lisbon, Vol. I, pp.195-200.
- [10]. Olivier, F. 2003 Tassement des déchets en CSD de classe II : du site au modèle. Thèse de doctorat, Laboratoire Lirigm, Université de Grenoble.
- [11]. Bjarngard A. and Edgers L. (1990) Settlement of municipal solid waste landfills, Proc. 13th Annual Madison Waste Conf., University of Wisconsin, Madison Wis., 192-205.
- [12]. Coumoulus D.G. and Koryalos T.P. (1997) Prediction of attenuation of landfill settlement rates with time, Proc 14th Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 3, ISSMFE, Hamburg, Germany, 1807-1811.
- [13]. Edil T.B., Ranguette V.J. and Wuellner W.W. (1990) Settlement of municipal refuse, Geotechnics of wastefills: Theory and practice, STP 1070, A. Landva and G.D. Knowles, eds, ASTM, West Conshohocken, Pa 225-239.
- [14]. El-Fadel, M., Shazbak, S., Saliby , E. and Leckie J. (1999) Comparative assessment of settlement models for municipal solid waste landfill applications, Waste Manage. Res., 17(5), 347-368.
- [15]. El-Fadel, M. and Khoury, R. (2000) Modeling Settlement in MSW Landfills: a Critical Review, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 30(3), 327-361.
- [16]. Gibson, R.E. and Lo, K.Y. (1961) A theory of soil exhibiting secondary compression, Acta Polytech Scand, C(10), 1-15.

- [17]. Hettiarachchi, C.H., Meegoda, J. and Hettiarachchi P. (2009) Effects of gas and moisture on modeling of bioreactor landfill settlement, *Waste Manage.*, 29(3), 1018 – 1025.
- [18]. Hossain S.M. and Gabr M.A. (2005) Prediction of municipal solid waste landfill settlement with leachate recirculation, *Proc. Geo. Frontier*, Austin Tex., Vol. 168. ASCE, 50.
- [19]. Idris A., Inanc B., and Hassan M.N. (2004) Overview of Waste Disposal and Landfill/Dumps in Asian Country, *J. Mater. Cycles Waste Management*, Springer-Verlag, 6:104-110. - 1929 -
- [20]. Ling H.I., Leschchinsky D., Mohri I. and Kawabata T. (1998) Estimation of municipal solid waste landfill settlement, *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 124(1), 21-28.
- [21]. Marques A.C.M. (2001) Compaction and compressibility of municipal solid waste, PhD thesis, Sao Paulo Univ., Sao Carlos, Brazil.
- [22]. Marques A.C.M., Filz G.M. and Vilar O.M. (2003) Composite compressibility model for municipal solid waste, *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 129 (4), 372-378.
- [23]. Park H.I., and Lee S.R. (1997) Long-term settlement behavior of landfills with refuse decomposition, *J. Resour. Manage. Technology*, 24(4), 159-165.
- [24]. Sivakumar Babu G.L., Krishna R.R., Sandeep K. C., and Hanumanth S.K. (2010) Prediction of long-term municipal solid waste landfill settlement using constitutive model, *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management*, ASCE, April 2010, 139-150.
- [25]. Sowers G.F. (1973) Settlement of waste disposal fills, *Proc. 8th Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Moscow, Vol. 1, 2(2), 207-210.
- [26]. Yen B.C. and Scanlon, B.S. (1975) Sanitary landfill settlement rates, *J. Geotech. Eng.*, 101(5), 475-487.
- [27]. MER Afvalverwerking Vink BV van 5 augustus 1994.
- [28]. Wm-vergunning van Gedeputeerde Staten van Gelderland met nummer MPM5469 van 22 mei 2007
- [29]. Stortbesluit bodembescherming, *Staatsblad* 1993, 5
- [30]. IPO Checklist Nazorg 2002 stortplaatsen: checklist nazorgplannen stortplaatsen, Haskoning Nederland BV, november 2002
- [31]. Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming, *Staatsblad* 1993
- [32]. Richtlijn onderafdichtingsconstructies voor stort- en opslagplaatsen, VROM Publicatiereeks Bodembescherming nr. 1993/2
- [33]. Richtlijn voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen, VROM Publicatiereeks Bodembescherming nr. 1991/2
- [34]. Protocollen Trisoplast, ten behoeve van boven- en onderafdichtingen bij afvalbergingen, tweede druk, 20 maart 1996 Grontmij
- [35]. Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming (herziening 1999) deel I 'Materialen' en deel II 'Aanleg en acceptatie'
- [36]. De observatiemethode in de geotechniek, theorie achter de methode, Jongejan, TU Delft en Witteveen en Bos, 17 mei 2004
- [37]. Handboek Water- en rioolleidingen, Wavin, 2012
- [38]. Handboek belastingsvormen, ontwerp en uitvoeringsrichtlijnen, Friatec, 2010
- [39]. Trisoplast manual 2.0