

Aan : Maaïke Veer (Waternet) Marieke Hazelhoff (HRS Rijnland)
Van : Martijn Onderwater, Diederik van Hogendorp (Alkyon)
Paraaf :
Onderwerp : Dynamische Kuststrook Rijnland
Datum : 21-08-2009
Kopie(en) : Rob Steijn (Alkyon)
Projectnummer: A2413

1 Inleiding

Waternet is samen met het hoogheemraadschap van Rijnland, de gemeenten Zandvoort en Noordwijk, Staatsbosbeheer en Rijkswaterstaat bezig met het ontwikkelen van een plan om meer dynamiek in de zeereep te krijgen tussen paal 70 en 73.

Voor uitvoering van het project is een vergunning nodig van Rijnland. Rijnland heeft aangegeven dat bij het indienen van het plan een onderbouwing moet worden gegeven voor de gevolgen voor de veiligheid.

Alkyon is door Waternet gevraagd om een uitspraak te doen over de gevolgen van het plan op de veiligheid van de zeereep tussen RSP 70 en 73. Uit te voeren berekeningen dienen te worden uitgevoerd conform de nu geldende normen.

2 Doel

Het doel van de uitgevoerde studie is het uitvoeren van berekeningen voor het toetsen van de veiligheid na de geplande aanpassingen in het duinprofiel en een kwalitatief antwoord geven op de vraag of de beoogde profielaanpassingen realistisch zijn.

3 Aanpak

De studie is opgedeeld in twee onderdelen:

1. beoordeling van de veiligheid van voorgestelde profielaanpassingen;
2. beoordelen of de bij de offerteaanvraag gevoegde profielschetsen realistisch zijn

In de paragrafen 3.1 en 3.2 is de aanpak voor de twee studieonderdelen gepresenteerd.

3.1 Beoordelen op veiligheid

Duinafslagberekeningen zijn uitgevoerd volgens de nu geldende normen, zoals beschreven is in het VTV2006 [1] en het TRDA2006 [2]. De duinwaterkering voldoet aan de eisen met betrekking tot veiligheid als er zeewaarts van de landzijde van de kernzone een afslagprofiel, toeslagprofiel en grensprofiel inpasbaar is. In het nu volgende zijn de toegepaste uitgangspunten en randvoorwaarden gepresenteerd.

Profielschematisatie

Het Waternet heeft bij de offerteaanvraag een aantal voorgestelde profielen toegevoegd. Deze profielen gepresenteerd in figuur 3-1. Het Waternet heeft voor vier mogelijke varianten gekozen, namelijk:

1. Het duin verlagen tot max. NAP+15m;
2. Het duin verlagen tot max. NAP+10m;
3. De duinvoet een bepaalde afstand verder landwaarts verplaatsen;
4. Het duin verlagen tot max. NAP+15m en verbreden (aan zowel landzijde als zeezijde).

Voor de berekeningen is het gemeten strand- en vooroeverprofiel ter plaatse van RSP72.00 toegepast. Vervolgens zijn de bij de offerteaanvraag gevoegde varianten voor het duinprofiel aan het gemeten profiel "vastgeplakt". De voorgestelde rekenprofielen zijn goedgekeurd door Waternet en het hoogheemraadschap van Rijnland en zijn weergegeven in figuur 3-2.

Randvoorwaarden

De randvoorwaarden voor de berekeningen zijn afkomstig uit het Hydraulisch Randvoorwaardenboek 2006 [3]. De maatgevende D_{50} korrel diameter van het zand komt uit de TRDA2006 [2]. Voor de berekeningen van RSP 72,00 gelden de randvoorwaarden zoals gegeven in tabel 1.

| Randvoorwaarde | Waarde |
|--------------------|------------------------------|
| Rekenpeil [m+NAP] | 5,80 |
| H_{m0} [m] | 8,85 |
| T_p [s] | 15,00 |
| D_{50} [•m] | 194 |
| Landzijde kernzone | 90m landwaarts t.o.v. RSP 72 |

Tabel 1: hydraulische randvoorwaarde RSP 72 [HR2006 & TRDA2006]

Berekeningen zijn zowel voor de huidige situatie als voor 50 jaar middenscenario uitgevoerd. Bij klimaatscenario 50 jaar midden verandert ten opzichte van tabel 1 alleen het rekenpeil:

$$\text{Rekenpeil (50 jaar midden)} = 5,8\text{m (2006)} + 0,3 \text{ (zeespiegelstijging)} = 6,1 \text{ m +NAP.}$$

Rekenmethode

De veiligheid zal worden getoetst conform de VTV2006 [1] en de TRDA2006 [2]. Aangezien het duingebied ter plaatse van RSP72,00 erg breed is, zal de veiligheid van het achterland niet in het geding komen. Het Hoogheemraadschap van Rijnland heeft aangegeven dat de nu geldende positie van de kernzone niet mag worden aangepast (lees in landwaartse zijde uitgebreid). Dit houdt in dat het afslagprofiel, toeslagvolume en het grensprofiel aan zeewaarts van de landwaartse begrenzing van de kernzone (LZK) moeten liggen.

3.2 Beoordelen of de bij de offerteaanvraag gevoegde profielschetsen realistisch zijn

Na uitvoering van de maatregelen om de zeereep meer dynamisch te krijgen zal het dwarsprofiel veranderen als gevolg van natuurlijke processen. Er zal wellicht erosie, dan wel aanzanding plaatsvinden. Om deze gevolgen van profielaanpassingen op de veiligheid in kaart te brengen is een kwalitatieve uitspraak gedaan over de mogelijke profielontwikkeling. Vervolgens zijn aangepaste duinprofielen geschetst waarvoor opnieuw de veiligheid is beschouwd aan de hand van afslagberekeningen volgens de VTV2006[1] en TRDA2006 [2]. Hierbij is weer de huidige situatie en klimaatscenario 50 jaar midden toegepast.

4 Resultaten

4.1 Beoordeling veiligheid

De resultaten van de berekeningen volgens de VTV2006 en TRDA2006 staan vermeld in tabel 2. In de tabel is de afstand gegeven tussen de landzijde van de kernzone en het meest landwaartse punt van het grensprofiel. Wanneer er een negatieve waarde is weergegeven tussen het grensprofiel/grensvolume en de LKZ, betekent dit dat het maatgevende

grensprofiel/grensvolume landwaarts ligt van de LKZ, en dus niet voldoet. In figuur 4-1 tot 4-10 zijn per profiel de rekenresultaten weergegeven voor de huidige situatie en de situatie over 50 jaar met het midden klimaat scenario. De resultaten in deze figuren dienen als volgt geïnterpreteerd te worden:

- De grijze lijn is het initiële profiel voor de berekening;
- De gestippelde blauwe lijn geeft het rekenpeil aan. De niet doorbroken blauwe lijn geeft het afslagprofiel;
- Het afslagvolume (rode lijn) is de berekende hoeveelheid duinafslag boven het rekenpeil. De weergegeven rode lijn geeft toeslagvolume aan. Het toeslag volume is 0,25 * afslagvolume. Dit wordt in berekening gebracht om de effecten van onzekerheid van de duur van de hoogwaterpiek en de onnauwkeurigheid van het DUROS-plus model op te vangen;
- De groene lijn geeft het grensprofiel/grensvolume aan. De weergegeven groene ruit geeft het meest landwaartse punt van het grensprofiel/grensvolume weer;
- De bruin gestippelde lijn geeft de positie van de landzijde van de kernzone weer. Wanneer de groene ruit nog zeewaarts ligt van de LKZ is de beoordeling 'veilig'.

| Profiel | Afstand tussen grensprofiel grensvolume en LKZ | | Oordeel |
|---------------------------|---|----------------|-------------|
| | Huidig | 50 jaar midden | |
| Originele profiel | 34.32 | 27.17 | Voldoende |
| NAP+15m | 20.83 | 13.93 | Voldoende |
| NAP+10m | -7.00 | -19.00 | Onvoldoende |
| 30m landwaarts | 8.52 | 1.44 | Onvoldoende |
| NAP+15m en breder profiel | 36.24 | 29.47 | Voldoende |

Tabel 2: Resultaten afslagberekeningen

4.2 Verwachte morfologische van het duinprofiel

Duin verlagen tot maximaal 15m +NAP

Het verlagen van de duin tot maximaal 15m +NAP geeft een landwaartse teruggang van 10m ten opzichte van de bestaande situatie. Naar verwachting zal het duin in de loop van de tijd als gevolg van eolisch transport verder aangroeien. De veiligheid zal hierdoor verder toenemen waardoor het maatgevende grenspunt verder dan de landzijde kernzone komt te liggen.

Duin verlagen tot maximaal NAP+10m

Het verlagen van de duin tot maximaal NAP+10m geeft voor zowel de huidige situatie als 50 jaar Middenscenario een oordeel onvoldoende. Het grensprofiel doorsnijdt namelijk de landzijde van de kernzone. Naar verwachting zal het duin in de loop van de tijd als gevolg van eolisch transport verder aangroeien, maar het is niet te zeggen hoe snel dit zal gaan. Teneinde inzicht te geven in de benodigde kruinhoogte om tot een oordeel voldoende te komen zijn berekeningen uitgevoerd met kruinhoogtes van NAP+11m, tot NAP+14m (in stappen van 1m). De rekenresultaten zijn gepresenteerd in figuren 4-11 tot en met 4-18. In tabel 3 is een overzicht gegeven van de afstand tussen de landzijde van de kernzone en het grensprofiel. Hieruit volgt een minimale benodigde kruinhoogte van NAP+12m, maar na 50 jaar is dit erg krap.

| Hoogte afgeknot duin (m+NAP) | Huidig | Klimaatscenario midden na 50 jaar |
|---------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Afstand tussen LKZ en Grensprofiel/Grensvolume | |
| 10 | -7.00 | -19.00 |
| 11 | 3.00 | -8.00 |
| 12 | 9.20 | 1.17 |
| 13 | 13.78 | 6.08 |
| 14 | 17.59 | 10.41 |
| 15 | 20.83 | 13.93 |

Tabel 3: Minimale duinhoogte t.b.v. een veilig duinprofiel

Duinvoet landwaarts verplaatsen

De duinvoet 30m landwaarts verplaatsen geeft in de huidige situatie een bijna onveilige situatie. Door aanzanding zal het profiel zich verder zeewaarts uitbreiden. Hierdoor kan de veiligheid in de toekomst toenemen. Teneinde het een en ander inzichtelijk te maken, is 230 m³/m zand toegevoegd aan zeezijde van de duinvoet en is opnieuw een afslagberekening uitgevoerd. De rekenresultaten zijn gepresenteerd in figuur 4-19 en 4-21. In tabel 4 is de afstand tussen het grensprofiel en de landzijde van de kernzone gegeven. Uit de tabel volgt dat deze afstand ruim 10 m groter wordt als gevolg van depositie van zand bij de duinvoet

| Duinprofiel | Afstand tussen LKZ en Grensprofiel/Grensvolume | |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Huidig | Klimaatscenario midden na 50 jaar |
| 30m landwaarts, originele berekening | 8.52 | 1.44 |
| 30m landwaarts, na aanpassing | 20.20 | 13.43 |

Tabel 4: Resultaten na veranderingen op basis van natuurlijke processen; 30m landwaarts verschoven duin.

Duin verlagen tot maximaal 15m +NAP en verbreden

De duin verlagen tot maximaal 15m +NAP en verbreden is in de huidige situatie veiliger dan de bestaande duin. De verwachting is dat de veiligheid alleen maar zal toenemen als gevolg van een natuurlijke aangroei op de kruin. Echter, aan zeezijde wordt enige erosie van het duinfront voorzien. Het duinfront ligt relatief ver zeewaarts, waardoor rees bij een flinke najaarstorm afslag van het duinfront zal plaatsvinden. Uiteindelijk zal het duinfront weer op zijn oorspronkelijke positie liggen. Voor wat betreft de positie van het afslagpunt komt de situatie dan overeen met een situatie waarbij de kruin alleen is verlaagd (zoals gepresenteerd in de eerste sectie in de paragraaf). De rekenresultaten zijn gepresenteerd in figuur 4-20 en 4-22.

Ook voor dit proces zijn nieuwe afslagberekeningen gemaakt. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 5. Hieruit volgt dat de afstand tussen grensprofiel en LKZ ongeveer 10m kleiner wordt als gevolg van erosie van het duinfront.

| Duinprofiel | Afstand tussen LKZ en Grensprofiel/Grensvolume | |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|
| | Huidig | Klimaatscenario midden na 50 jaar |
| NAP+15m en breder profiel | 36.24 | 29.47 |
| NAP+15m en breder profiel aangepast | 27.61 | 20.43 |

Tabel 5 Resultaten na veranderingen op basis van natuurlijke processen, duin afgeknot op NAP+15m en in zee- en landzijde verbreed.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Afslagberekeringen volgens de norm (VTV2006 en TRDA2006) zijn uitgevoerd om inzicht te krijgen in hoeverre voorgestelde profielen voor het dynamischer maken van de zeereep van Rijnland, de veiligheid positief dan wel negatief beïnvloeden.

Het voorstel om de duin te verlagen tot maximaal NAP+15m is gezien de resultaten een realistisch voorstel. Bij een formele toetsing zou dit profiel als voldoende worden beoordeeld.

Het voorstel om de duin te verlagen tot maximaal 10m +NAP is gezien de resultaten geen realistisch voorstel. In huidige omstandigheden ligt het landwaartse punt van het grensprofiel reeds landwaarts van de kernzone. In de toekomst zal dit niet significant beter worden. Op basis van berekeningen blijkt dat een minimale hoogte van NAP+12m nodig is.

Na landwaarts verplaatsen van de duinvoet ligt het grensprofiel bij de huidige randvoorwaarden nog net binnen de kernzone. In de toekomst wordt dit beter, omdat aangroei aan zeezijde wordt verwacht.

De duin verlangen tot maximaal NAP+15m en verbreden zowel landwaarts als zeewaarts geeft een veiligere situatie ten opzichte van de originele duin. Echter, aan zeezijde wordt enige erosie van het duinfront voorzien. Het duinfront ligt relatief ver zeewaarts, waardoor reeds bij een flinke najaarstorm afslag van het duinfront zal plaatsvinden. Uiteindelijk zal het duinfront weer op z'n oorspronkelijke positie liggen. Voor wat betreft de positie van het afslagpunt komt de situatie dan overeen met een situatie waarbij de kruin alleen is verlaagd naar NAP+15m.

5.2 Aanbeveling voor nadere studie

Op grond van het in dit memo gepresenteerde onderzoek is een conclusie getrokken met betrekking tot de haalbaarheid van aanpassingen in het duinprofiel. Voor Waternet geeft dit voldoende informatie om de uitwerking intern te kunnen voortzetten. De uiteindelijk gemaakte keuze met betrekking tot de aanpassingen in het duin dienen nader te worden bestudeerd om tot een eendoordeel te komen dat door alle instanties gedragen kan worden. De volgende aanvullende studies zijn ons inziens minimaal noodzakelijk:

- Berekening van de ligging van het afslagpunt voor alle gemeten Jarkus-profielen in de kustsectie tussen RSP70.00 en RSP73.00 en voor de laatste 15 jaar teneinde:
 - De langjarige trends te kunnen bepalen (door middel van zogenaamde R-t diagrammen);
 - De relatief zwakke raaien te kunnen identificeren;

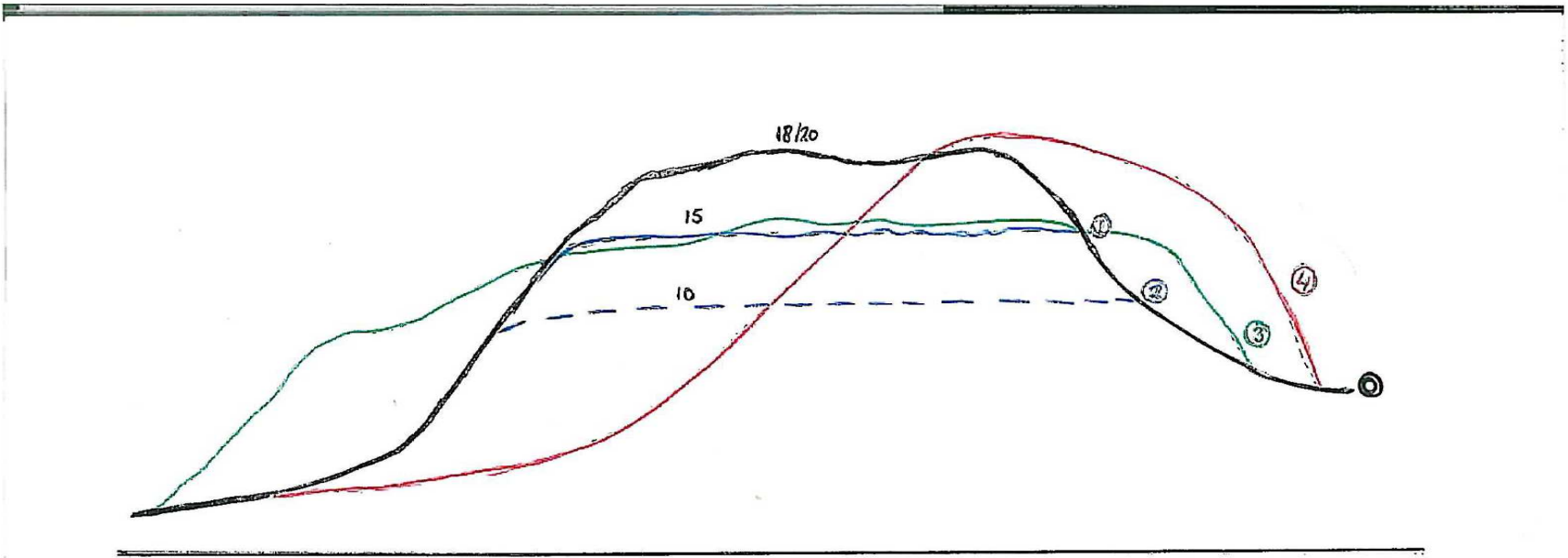
- Berekening van de ligging van het afslagpunt voor alle gemeten Jarkus-profielen in de kustsectie tussen RSP70.00 en RSP73.00 (voor een gekozen representatief jaar) waarin de beoogde maatregel in het duin is verwerkt teneinde:
 - Het effect van de beoogde maatregel op de ligging van het afslagpunt te kunnen bepalen;
 - Eventuele optimalisatie van de maatregel.

6 Referenties

[1] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2006, Voorschrift Toetsen op Veiligheid, Primaire Waterkering Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de derde toetsronde 2006-2011 (VTV)

[2] Technisch Rapport Duinafslag 2006. Beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering ten behoeve van Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006. Uitgegeven door WL| Delft Hydraulics (H4357)

[3] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007, Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor het toetsen van primaire waterkeringen



- 0. huidig profiel hoogte 18 à 20 m, ca 100 m breed
 - 1. verlagen tot 15 m
 - - 2. verlagen tot 10 m
 - 3. verbreden en verlagen
 - 4. doorstuwven, top naar achter verplaatst
- bouvenaanzicht



Dynamische duinstrook Rijnland
 Voorgestelde profielen Watermet

Dynamische duinstrook Rijnland

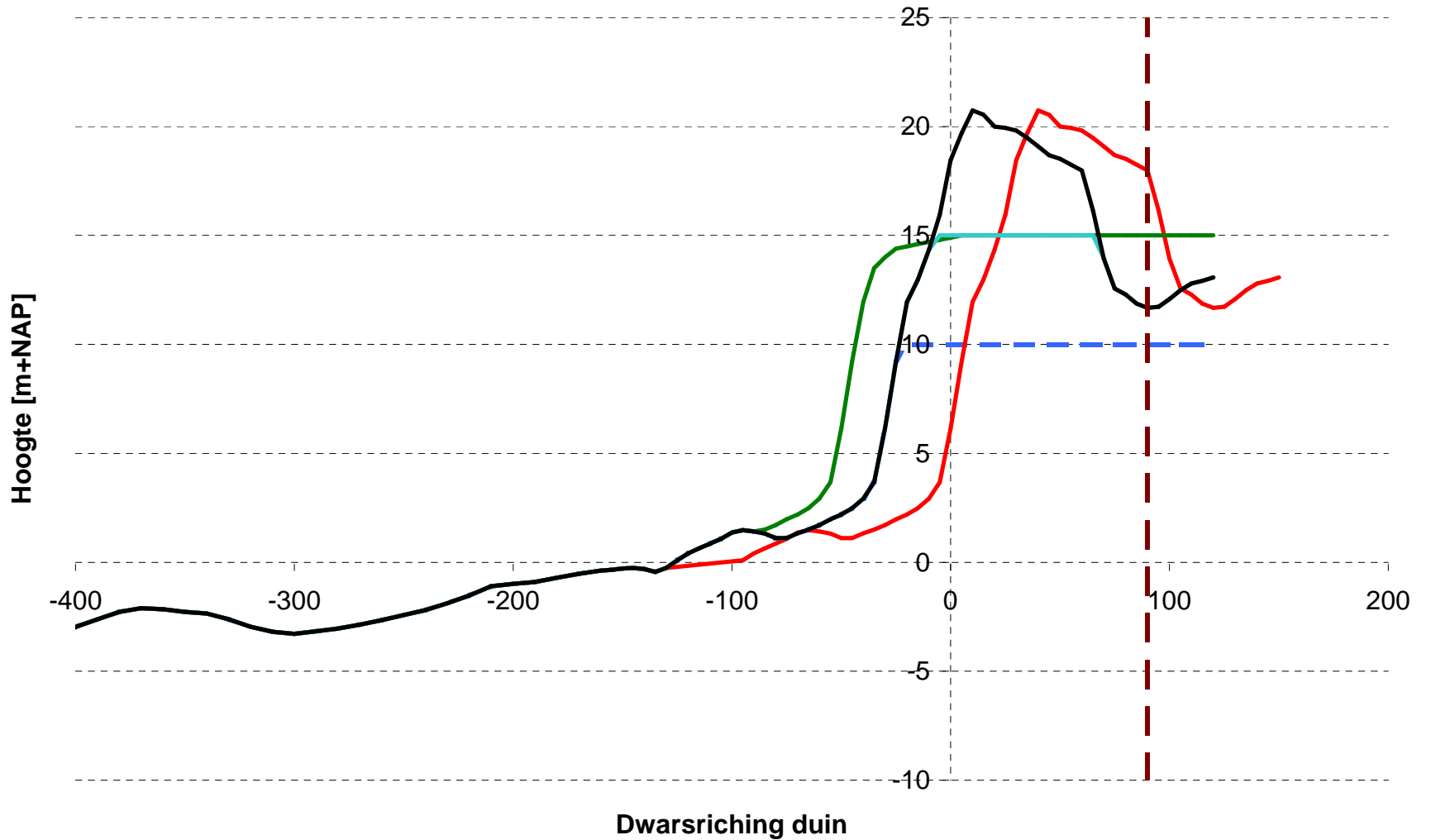
A2413

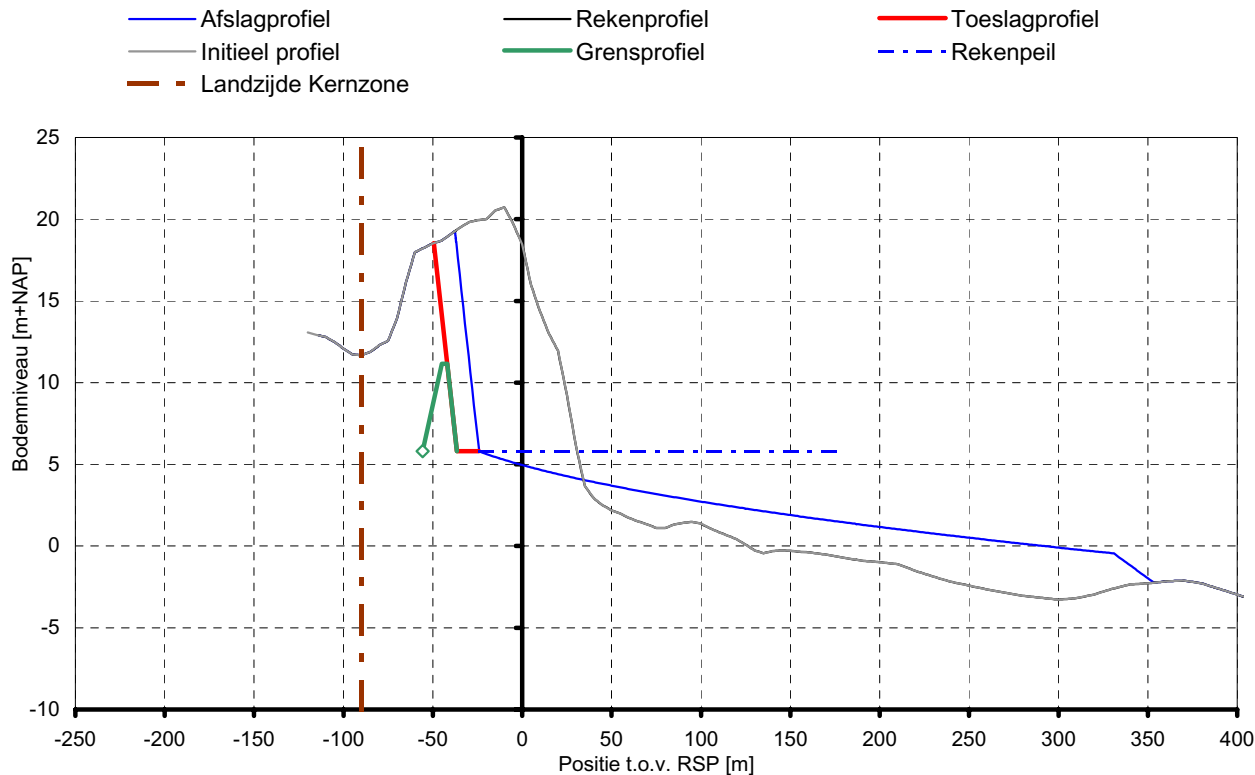


Fig. 3.1

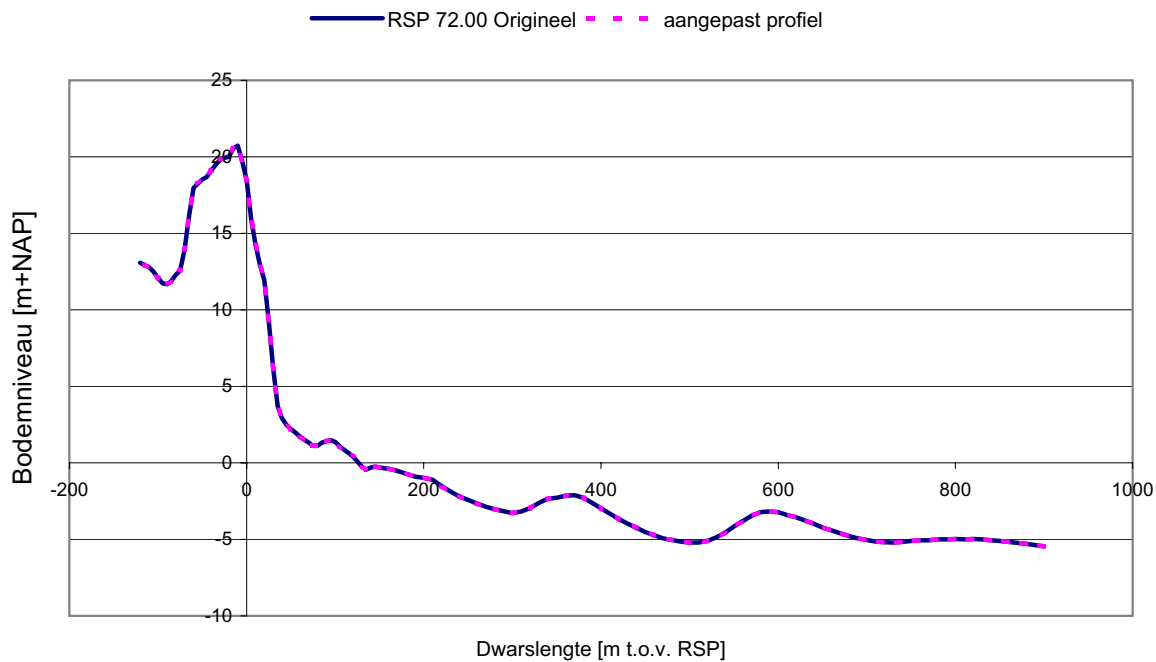
Duin profielen dynamische duinstrook

- verlagen tot 10m
- verlagen tot 15m
- doorstuiven, top naar achteren
- huidig RSP 72.00 2008
- verbreden en verlagen
- LKZ





RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{so}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

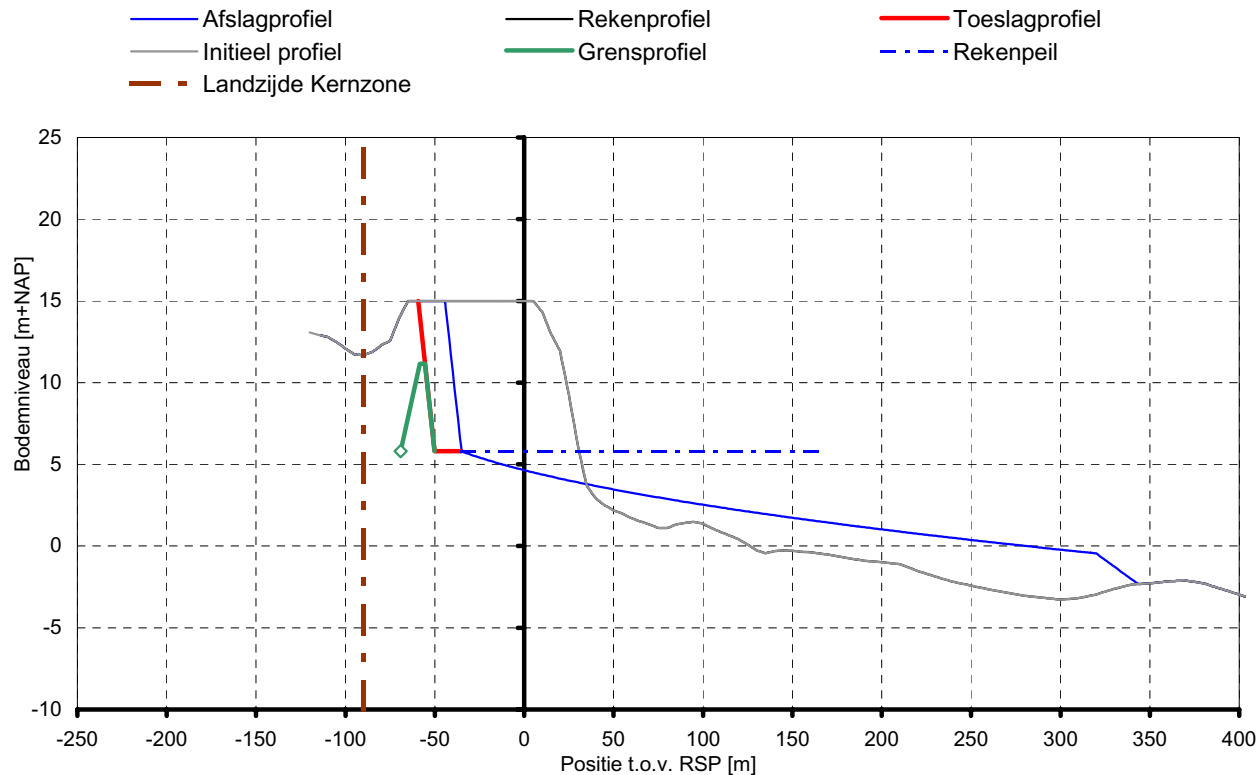
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 650 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 163 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 813 [m^3/m^1] |

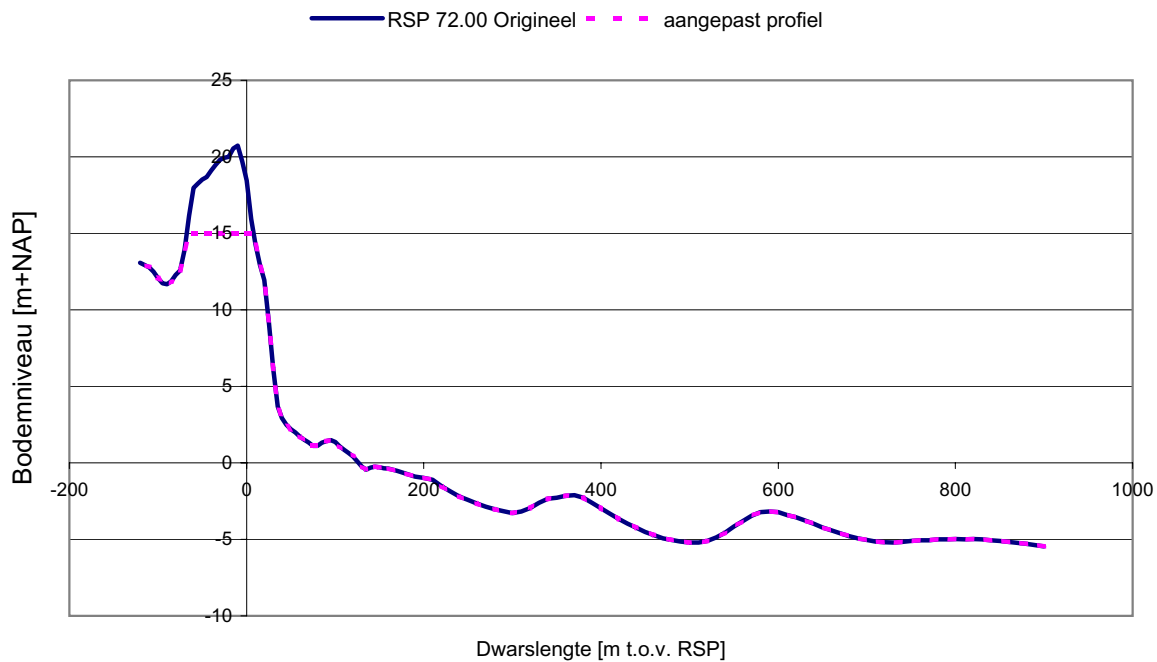
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 354.00 [m] |
| Xb | -24.17 [m] |
| Xc | -37.64 [m] |
| Xd | -36.63 [m] |
| Xe | -49.37 [m] |
| Xe,cr | -109.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - origineel

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{so}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μ m] |

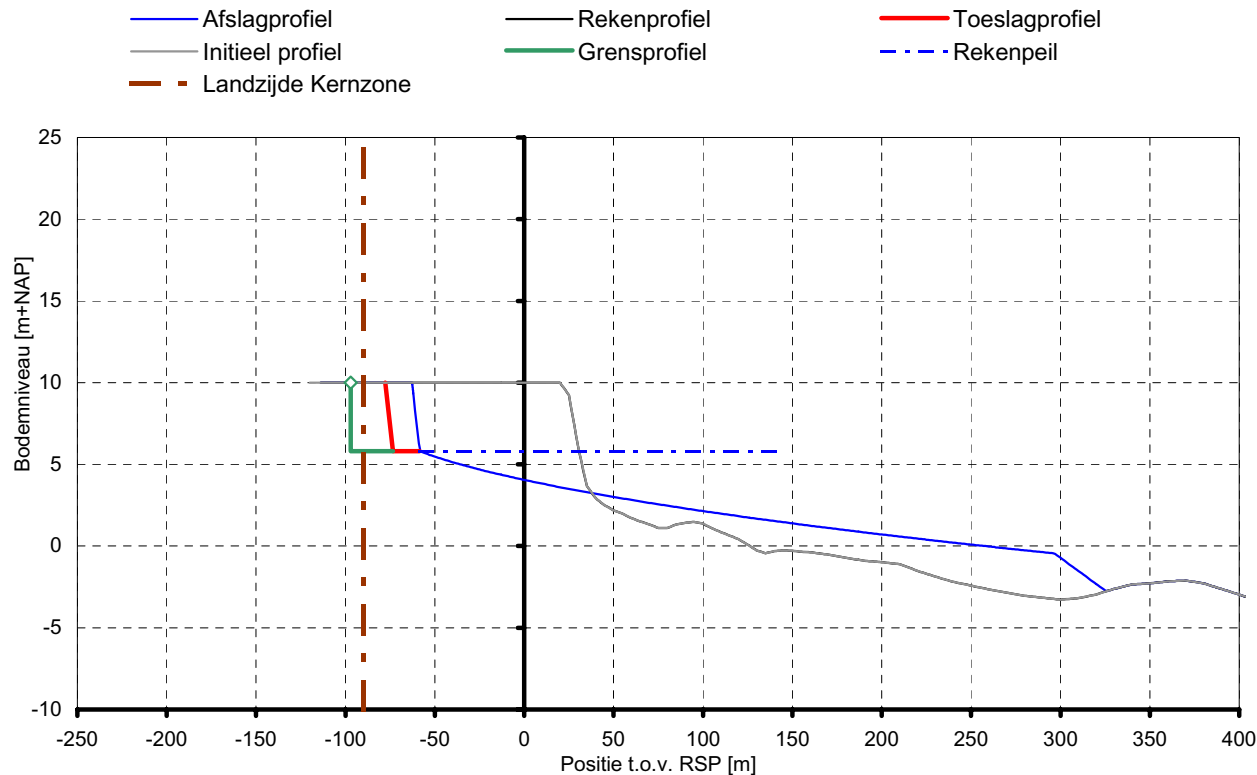
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 562 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 140 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 702 [m^3/m^1] |

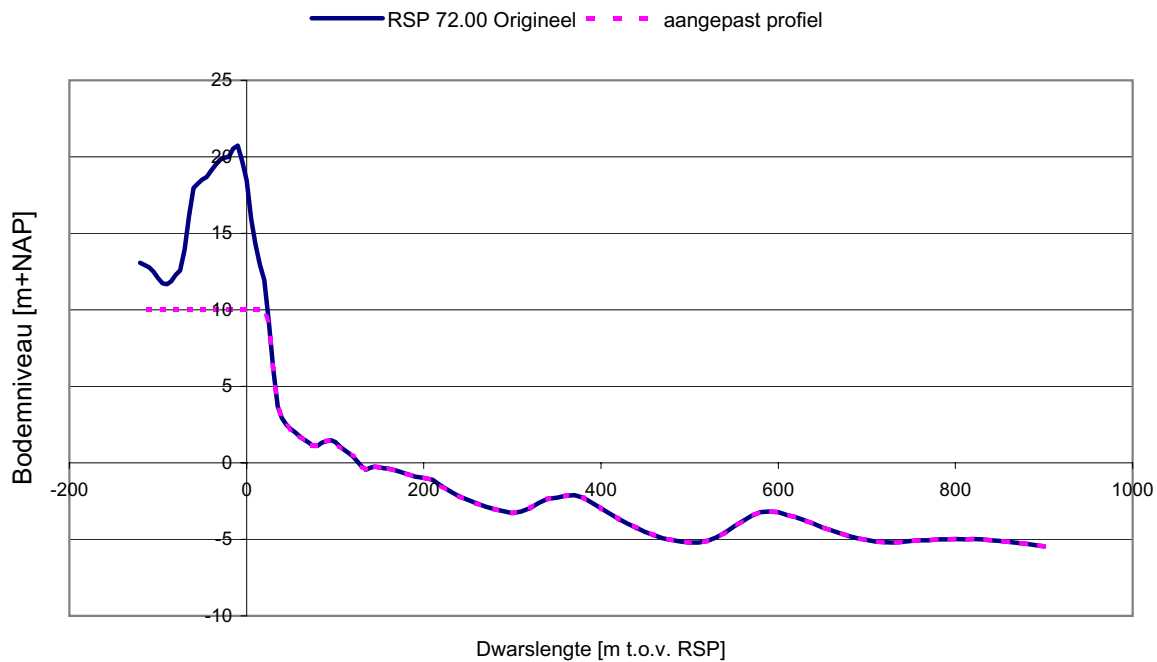
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 344.00 [m] |
| Xb | -35.12 [m] |
| Xc | -44.32 [m] |
| Xd | -46.58 [m] |
| Xe | -59.32 [m] |
| Xe,cr | -109.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +15m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korreldeiameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

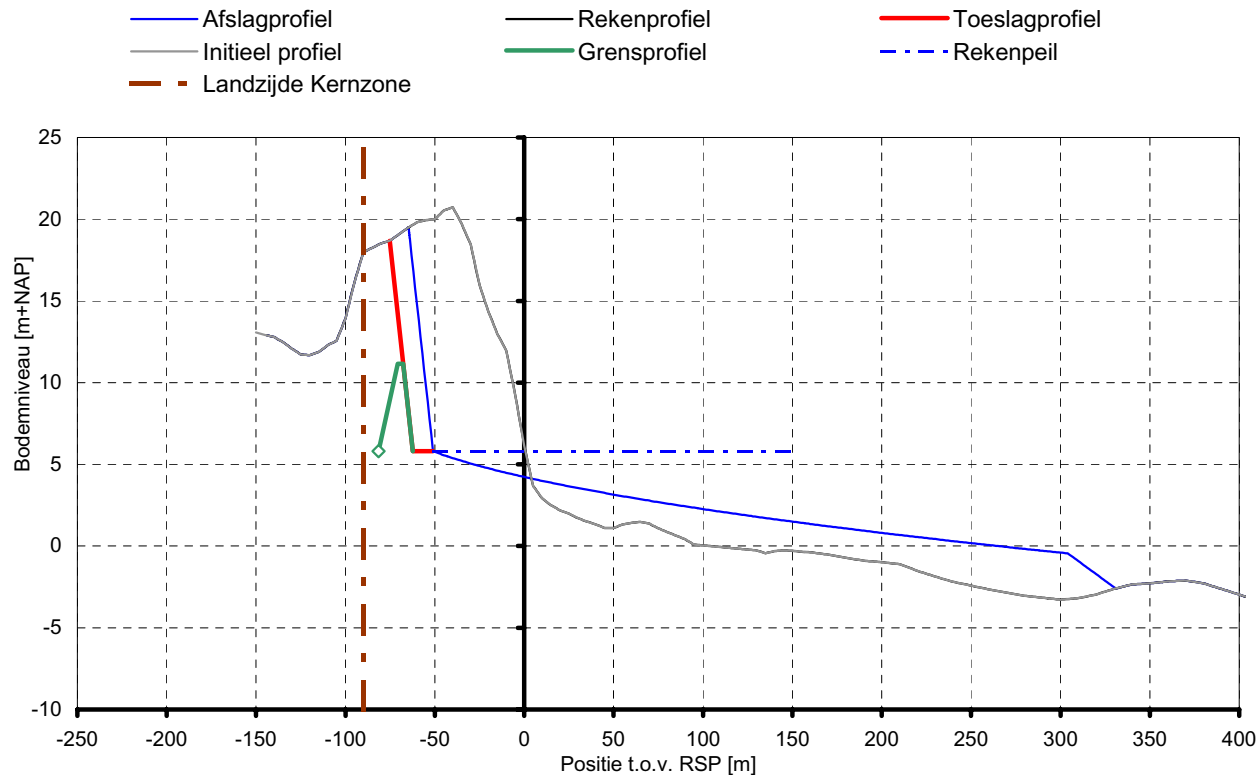
Rekenresultaten

| | |
|---------------|---------------------------------|
| V_{afslag} | 367 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 92 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 459 [m^3/m^1] |

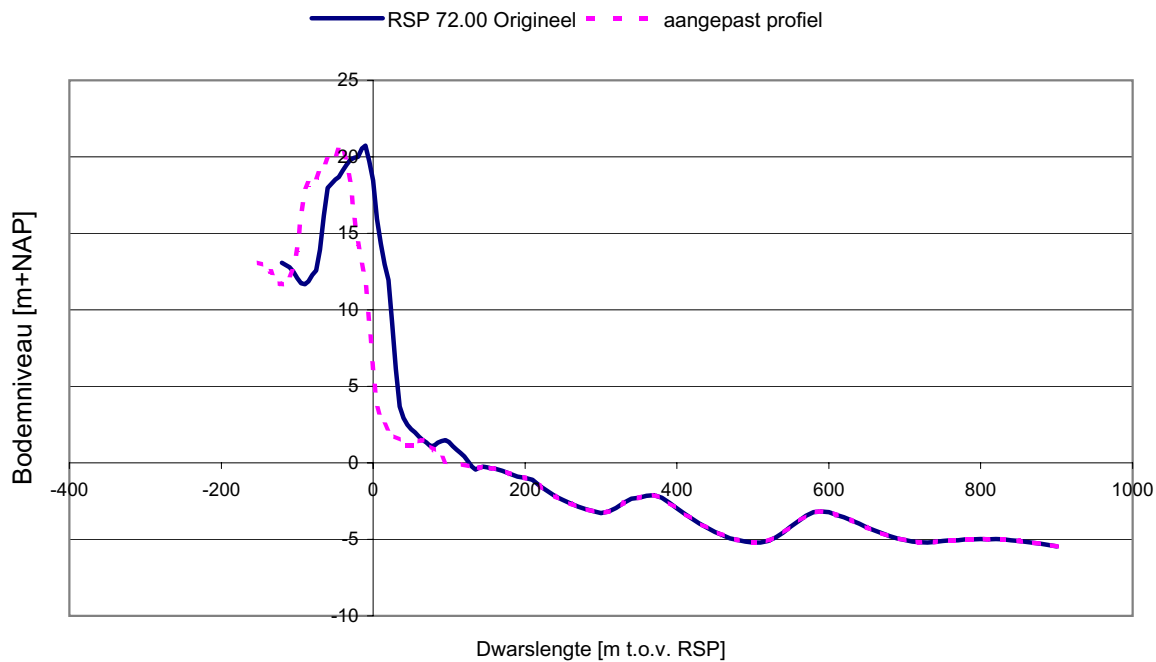
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 326.00 [m] |
| Xb | -58.52 [m] |
| Xc | -62.72 [m] |
| Xd | -68.52 [m] |
| Xe | -77.72 [m] |
| Xe,cr | -102.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +10m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

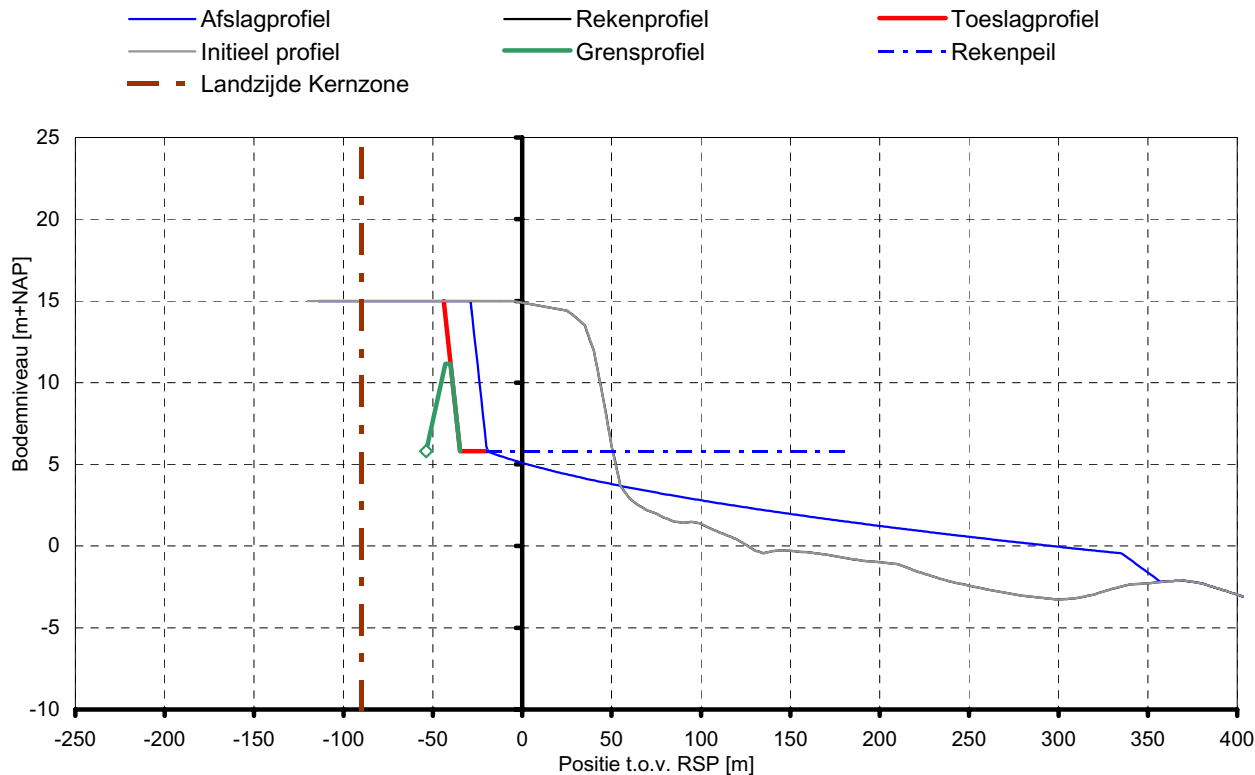
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 607 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 152 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 759 [m^3/m^1] |

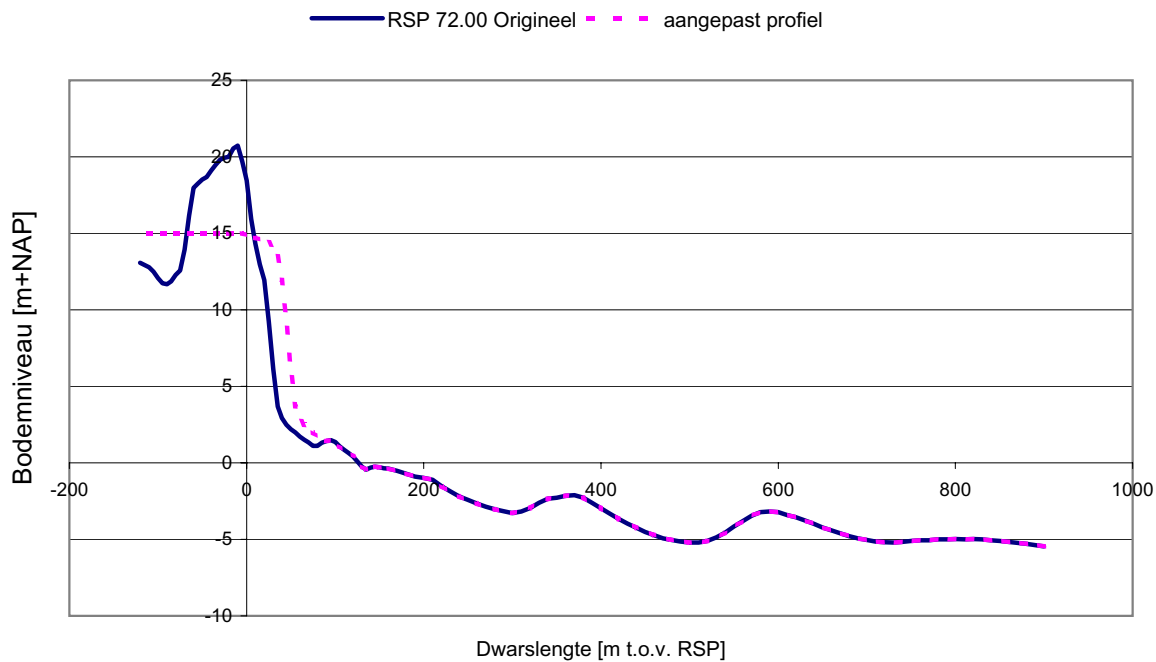
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 331.00 [m] |
| Xb | -51.00 [m] |
| Xc | -64.69 [m] |
| Xd | -62.43 [m] |
| Xe | -75.31 [m] |
| Xe,cr | -139.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - duin 30m landwaarts verplaatst

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

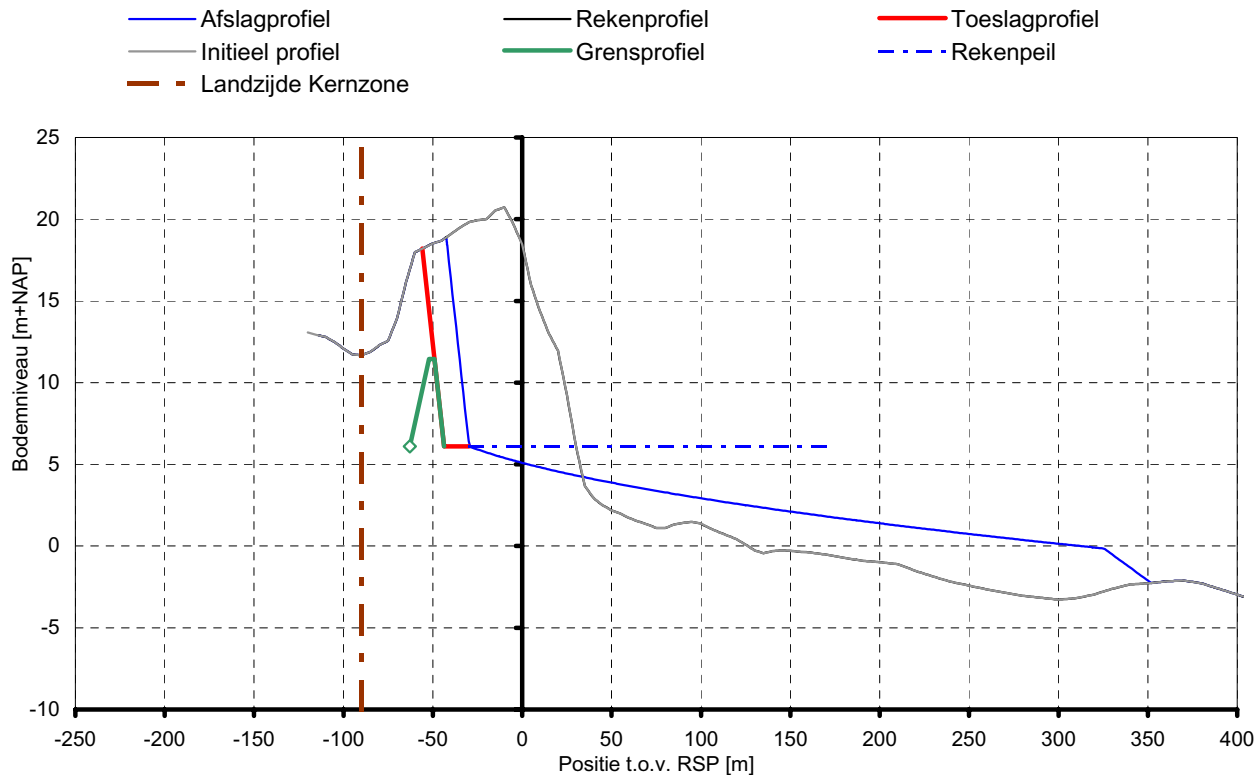
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 594 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 149 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 743 [m^3/m^1] |

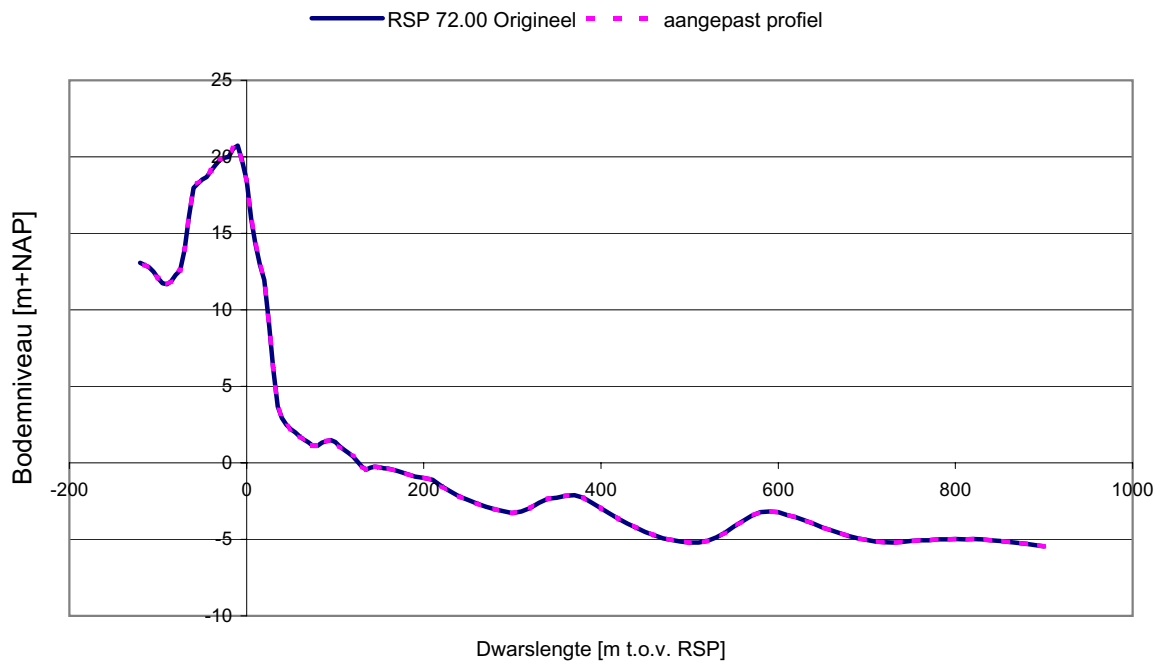
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 358.00 [m] |
| Xb | -19.71 [m] |
| Xc | -28.91 [m] |
| Xd | -31.03 [m] |
| Xe | -43.91 [m] |
| Xe,cr | -112.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - duin verbreed en afgeknot op NAP +15m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μ m] |

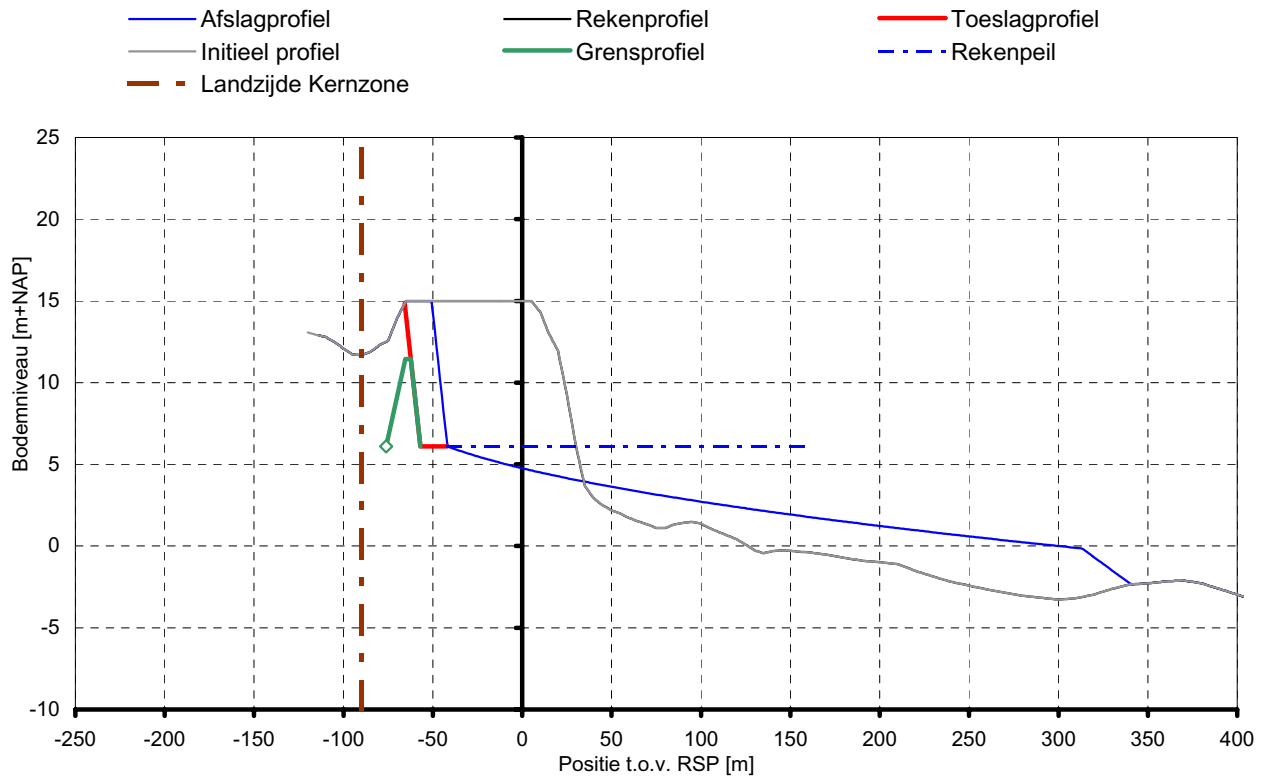
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 702 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 175 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 877 [m^3/m^1] |

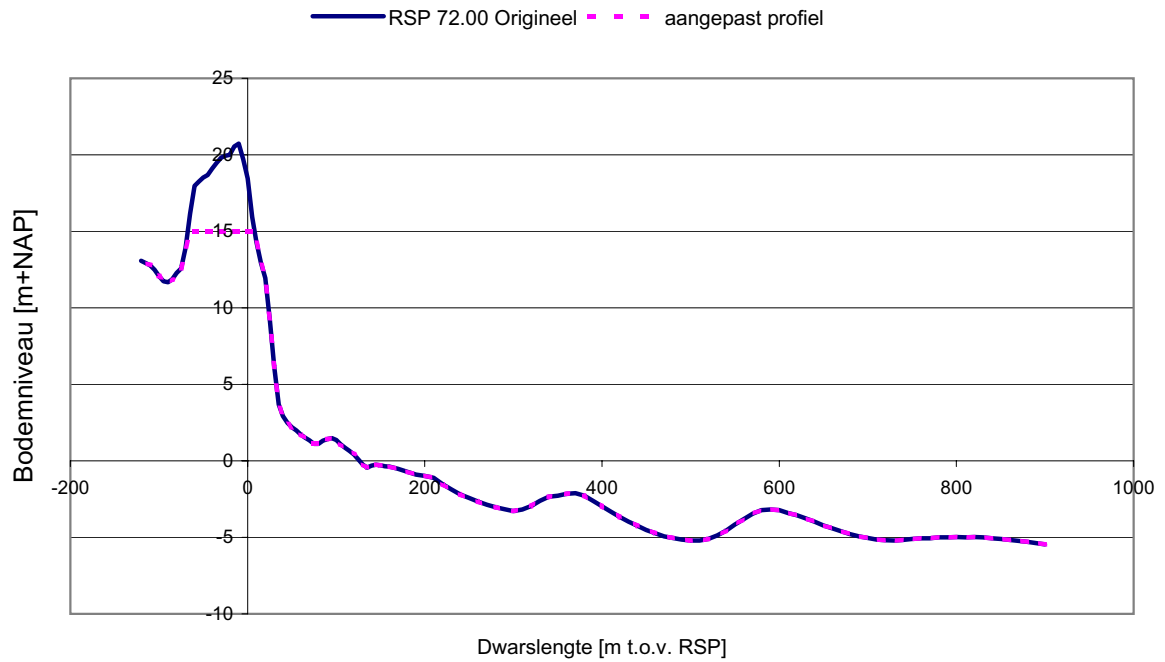
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 352.00 [m] |
| Xb | -29.69 [m] |
| Xc | -42.48 [m] |
| Xd | -43.79 [m] |
| Xe | -55.89 [m] |
| Xe,cr | -108.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - origineel

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

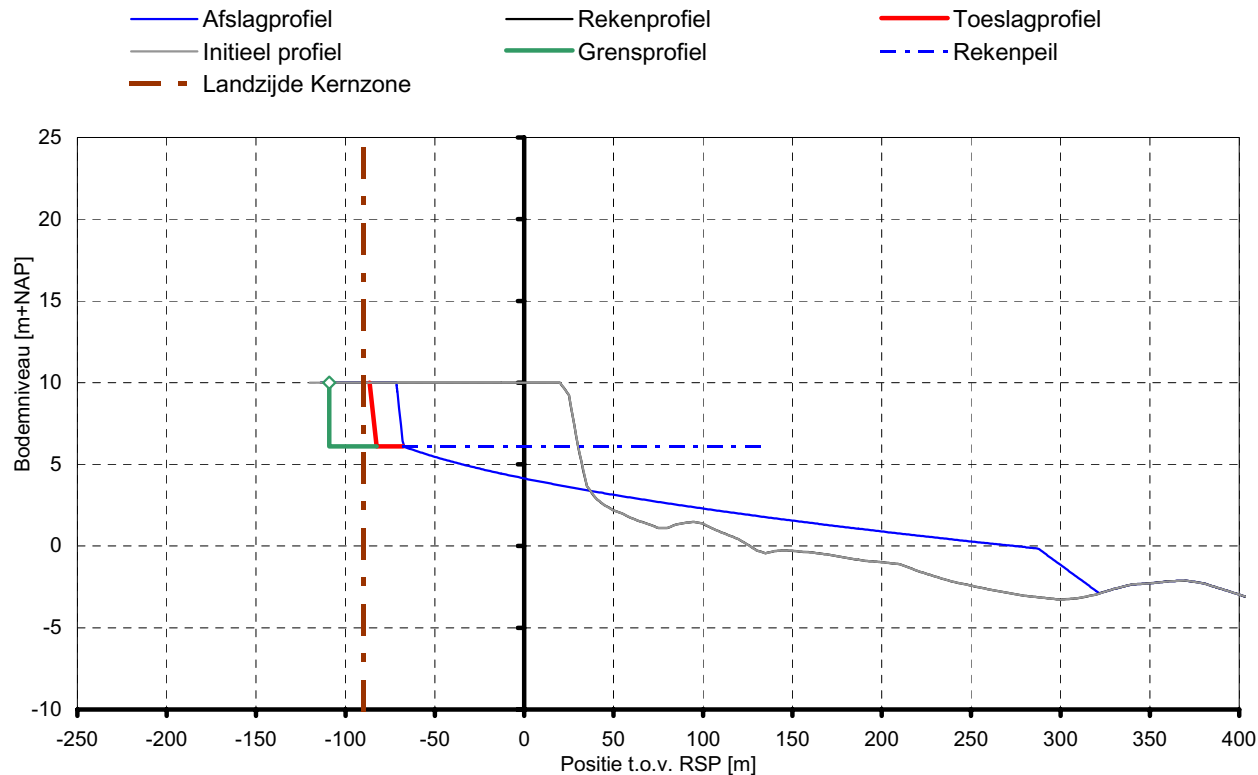
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 599 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 150 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 749 [m^3/m^1] |

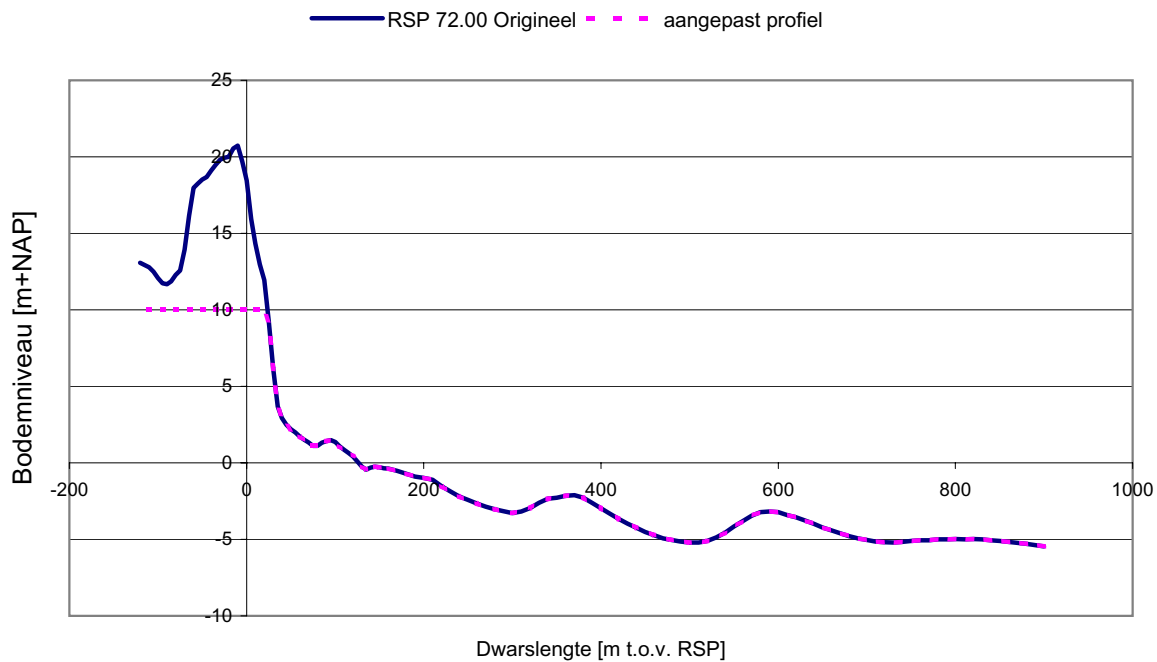
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 341.00 [m] |
| Xb | -41.86 [m] |
| Xc | -50.76 [m] |
| Xd | -53.44 [m] |
| Xe | -65.76 [m] |
| Xe,cr | -108.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +15m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

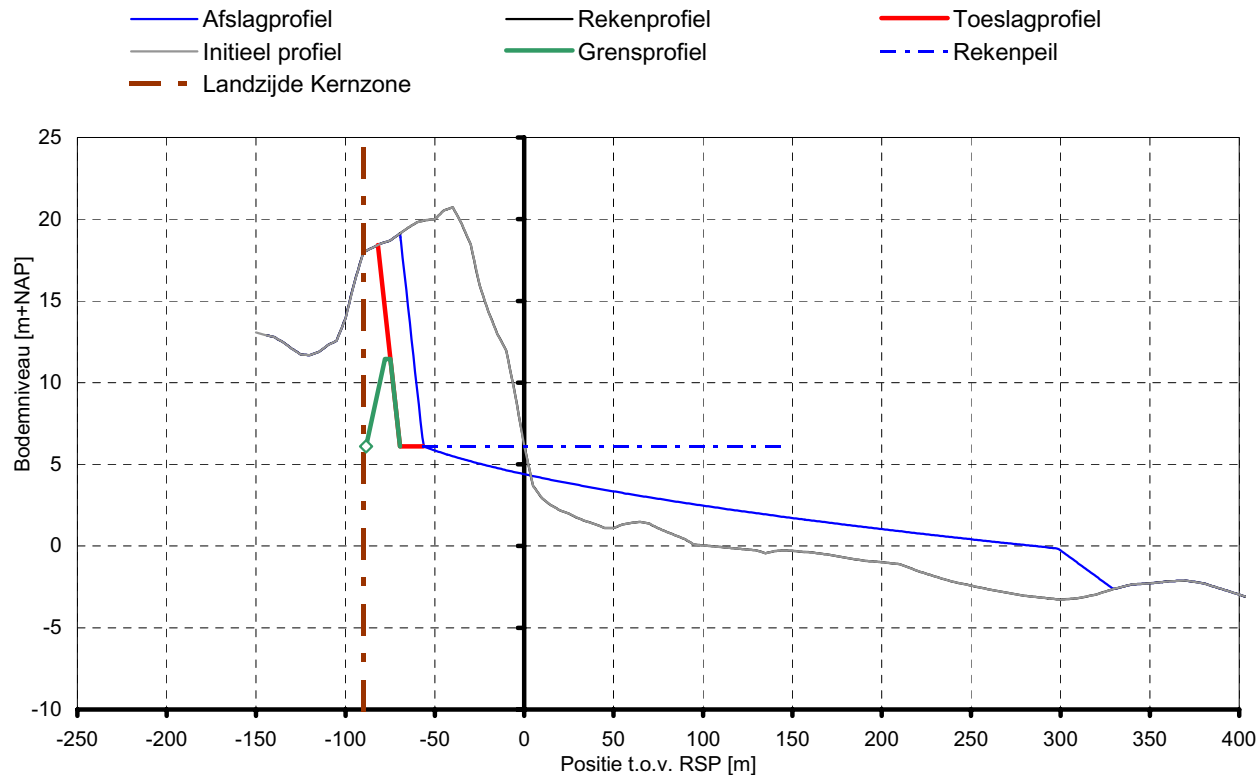
Rekenresultaten

| | |
|---------------|---------------------------------|
| V_{afslag} | 375 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 94 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 469 [m^3/m^1] |

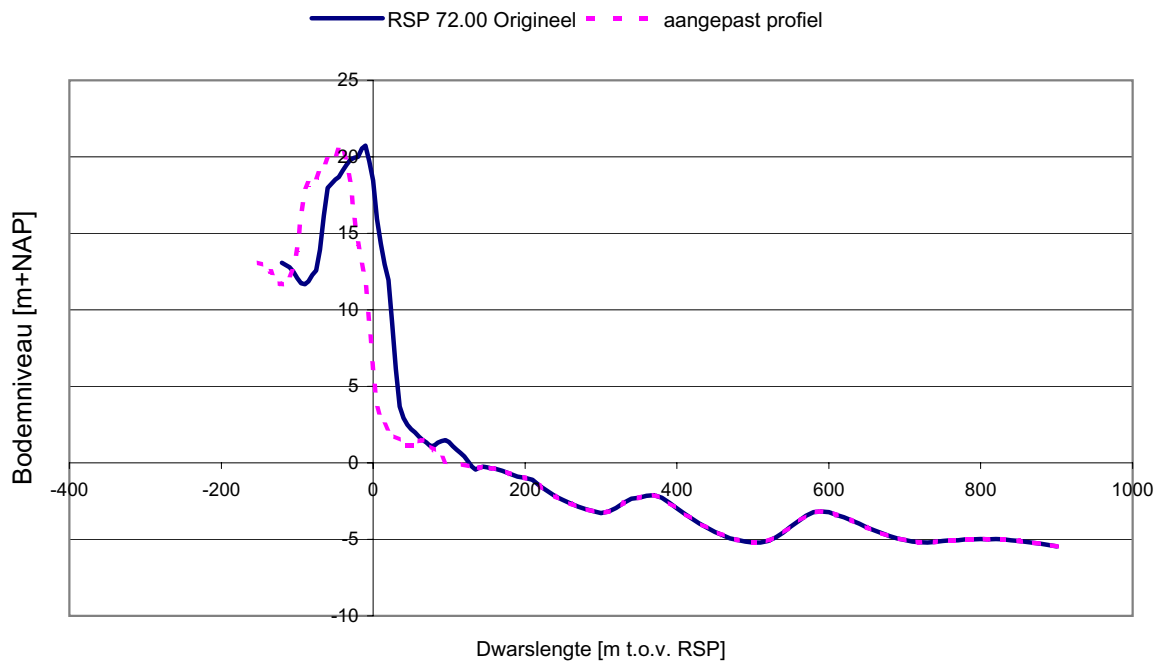
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 322.00 [m] |
| Xb | -67.66 [m] |
| Xc | -71.56 [m] |
| Xd | -77.82 [m] |
| Xe | -86.56 [m] |
| Xe,cr | -100.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +10m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μ m] |

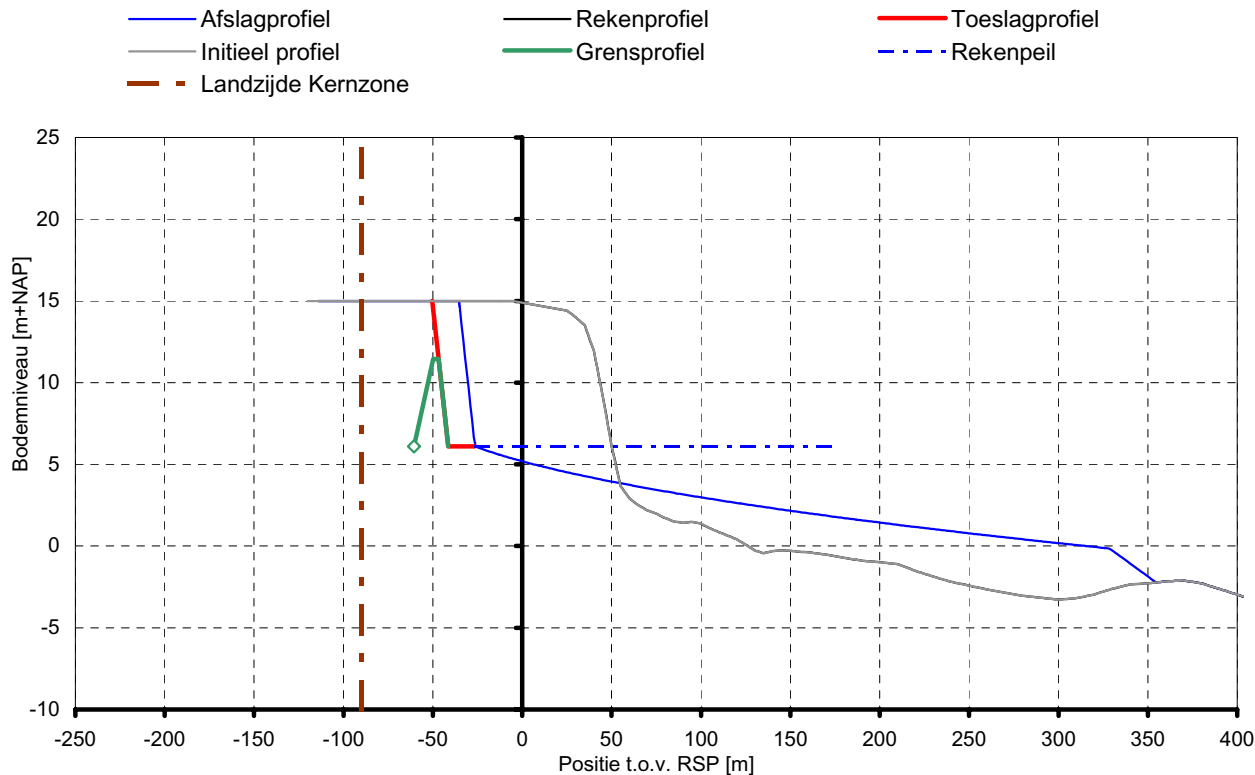
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 660 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 165 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 825 [m^3/m^1] |

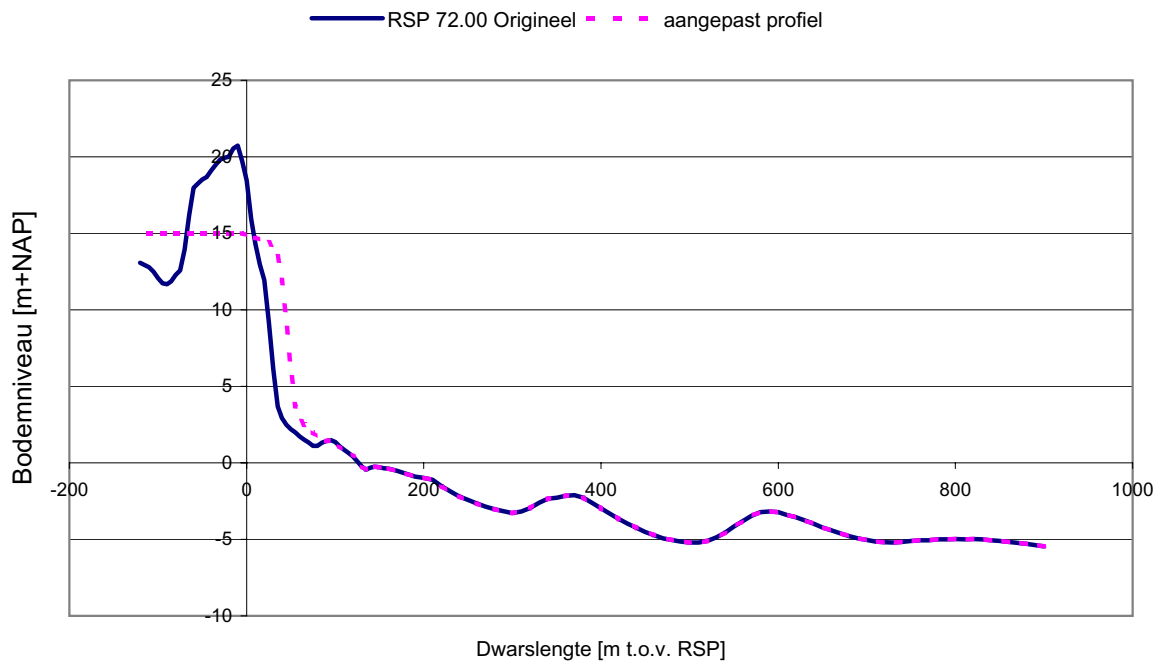
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 330.00 [m] |
| Xb | -56.45 [m] |
| Xc | -69.48 [m] |
| Xd | -69.51 [m] |
| Xe | -81.83 [m] |
| Xe,cr | -138.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - duin 30m landwaarts verplaatst

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

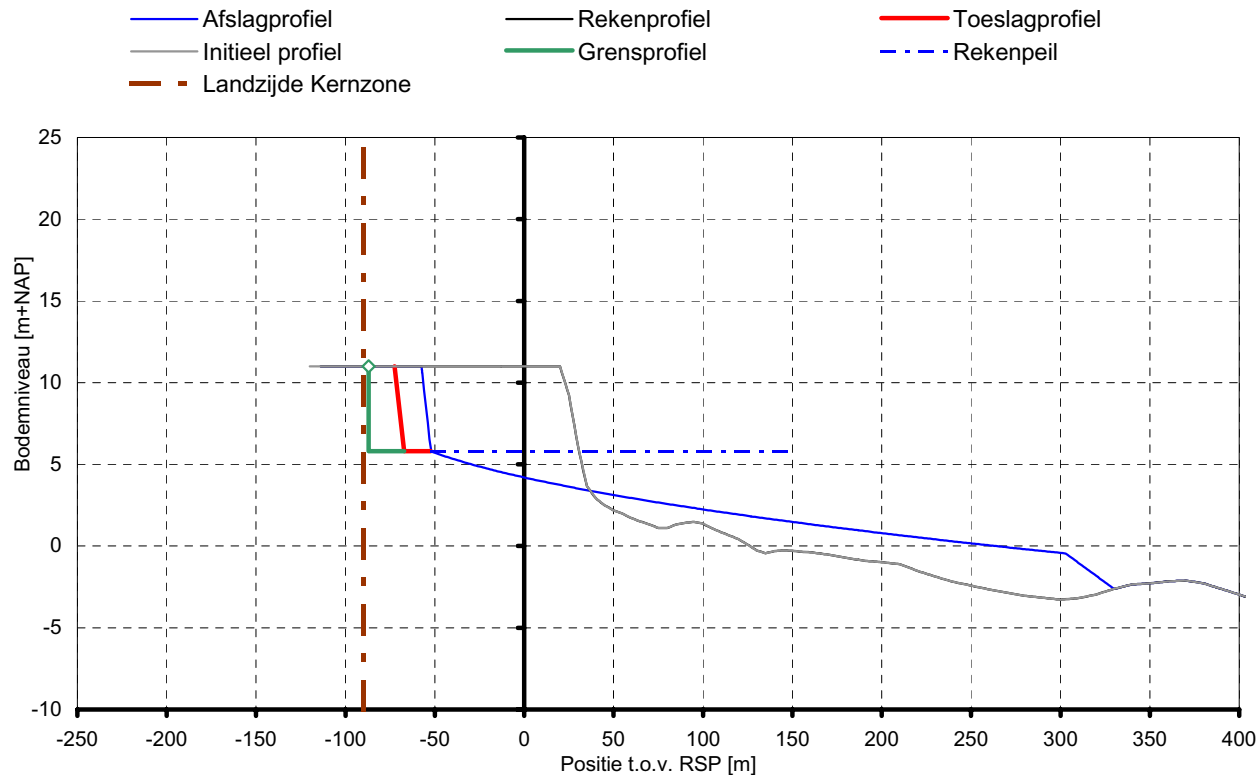
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 631 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 158 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 789 [m^3/m^1] |

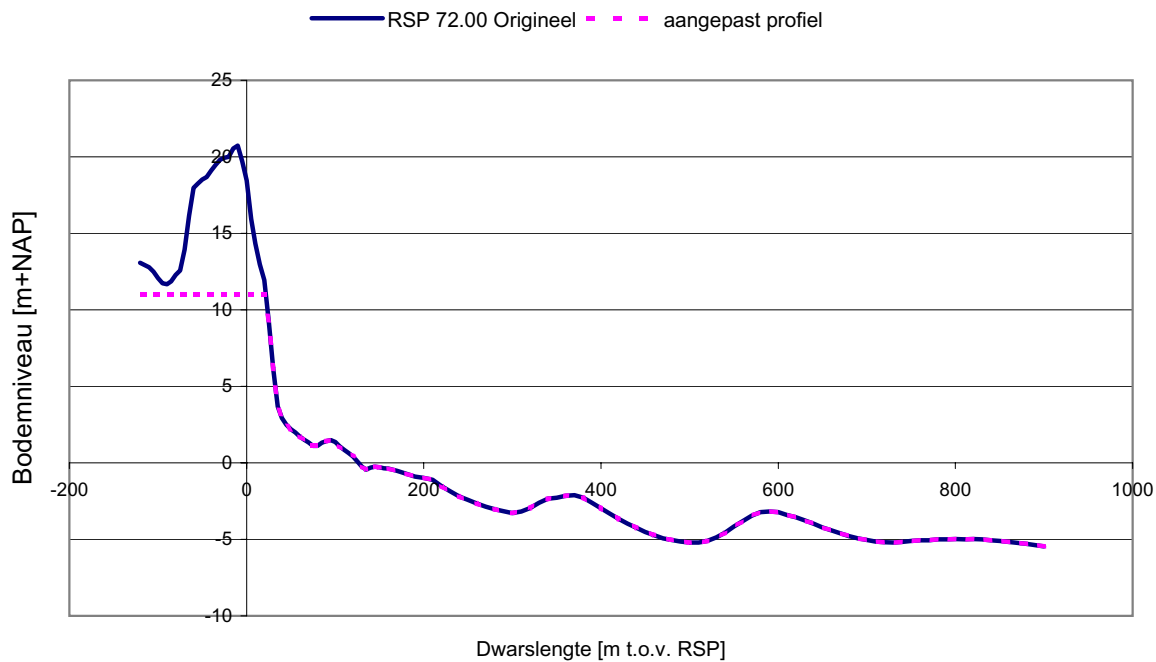
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 355.00 [m] |
| Xb | -26.48 [m] |
| Xc | -35.38 [m] |
| Xd | -38.06 [m] |
| Xe | -50.38 [m] |
| Xe,cr | -111.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +15m en verbreed

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korreldeiameter (D_{reken}) | 194 [μ m] |

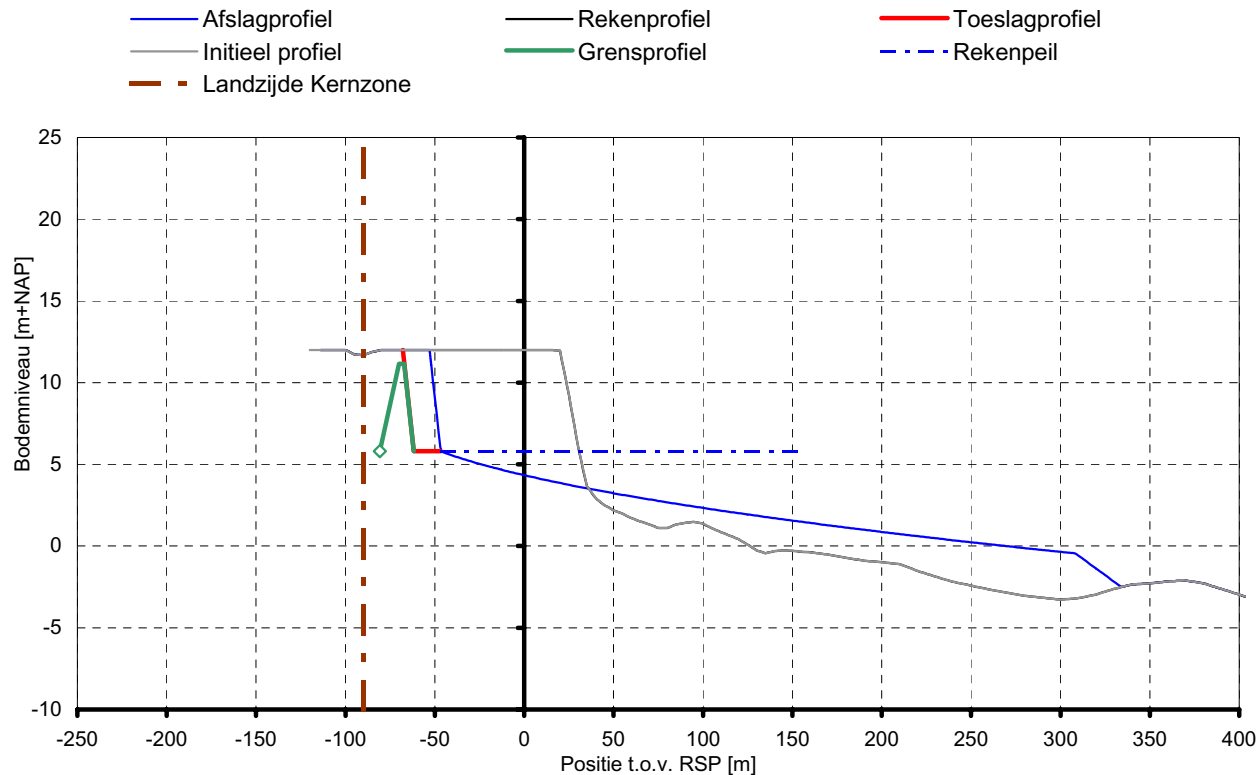
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 420 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 105 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 525 [m^3/m^1] |

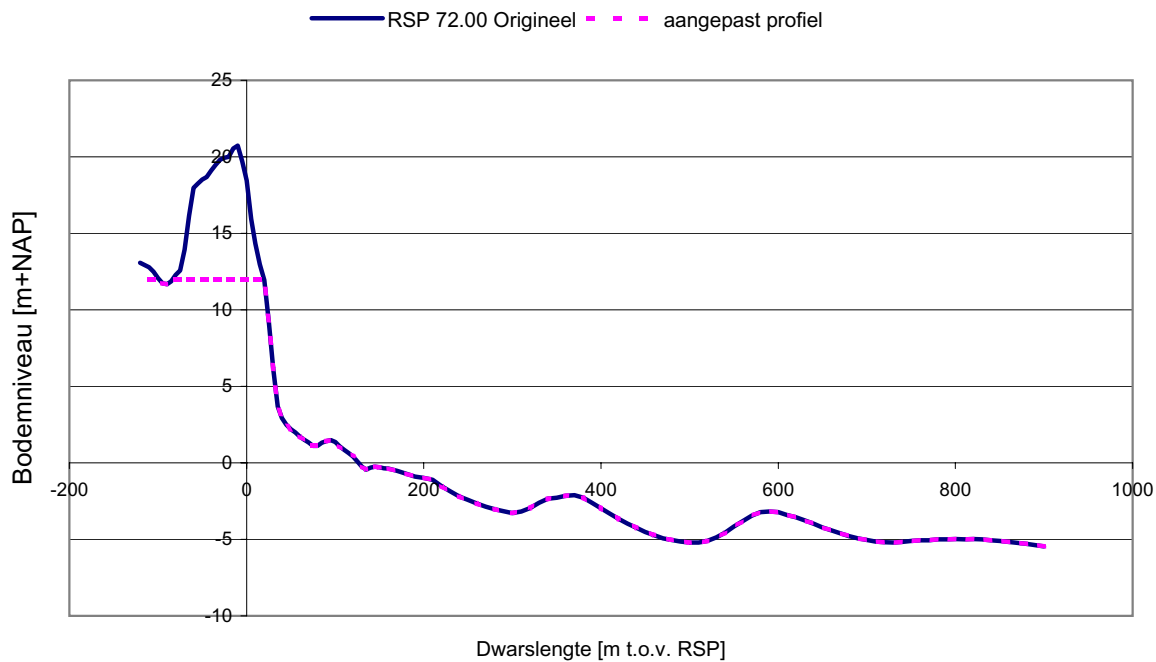
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 330.00 [m] |
| Xb | -52.26 [m] |
| Xc | -57.46 [m] |
| Xd | -64.26 [m] |
| Xe | -72.46 [m] |
| Xe,cr | -105.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +11m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{so}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

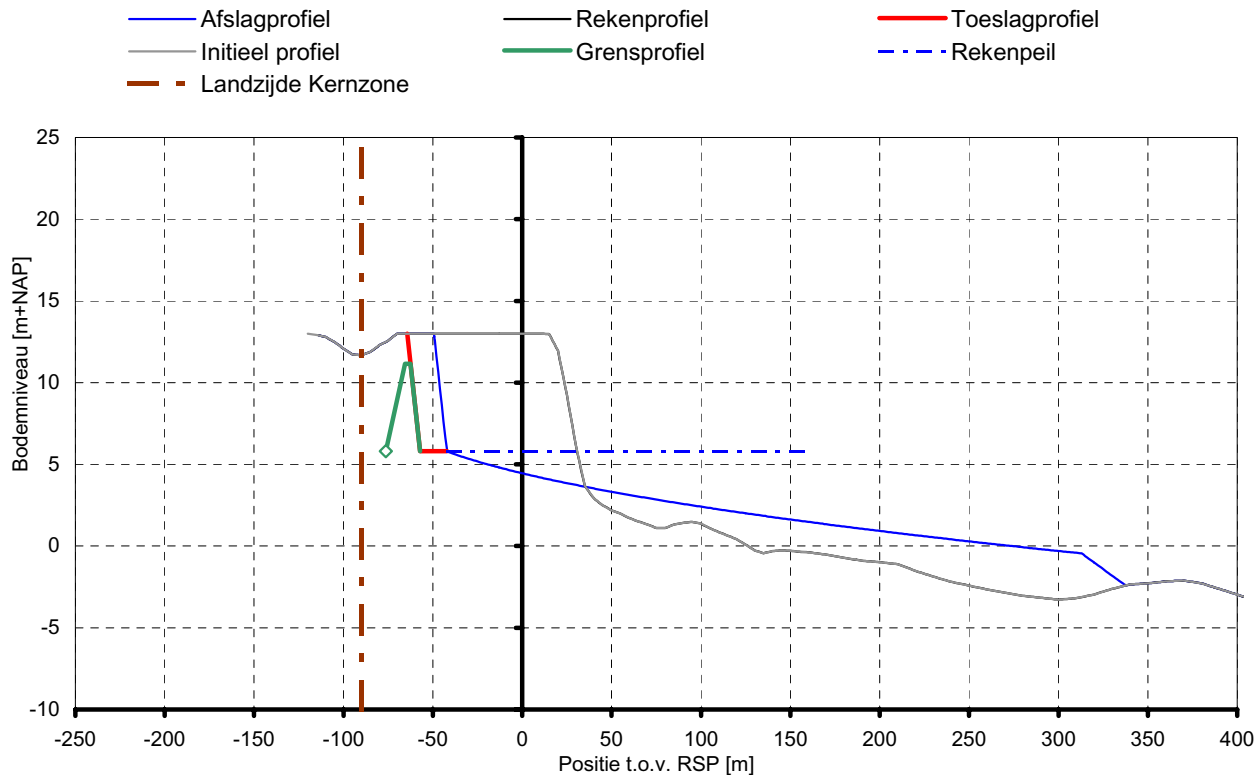
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 466 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 117 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 583 [m^3/m^1] |

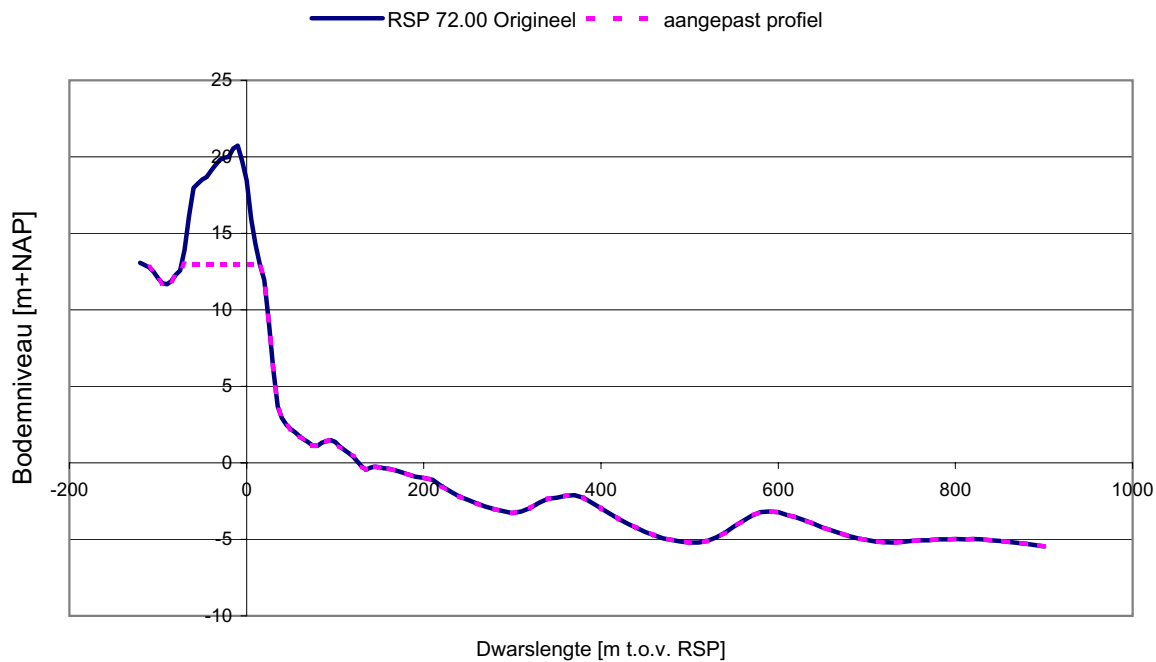
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 335.00 [m] |
| Xb | -46.75 [m] |
| Xc | -52.95 [m] |
| Xd | -62.75 [m] |
| Xe | -67.95 [m] |
| Xe,cr | -107.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +12m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

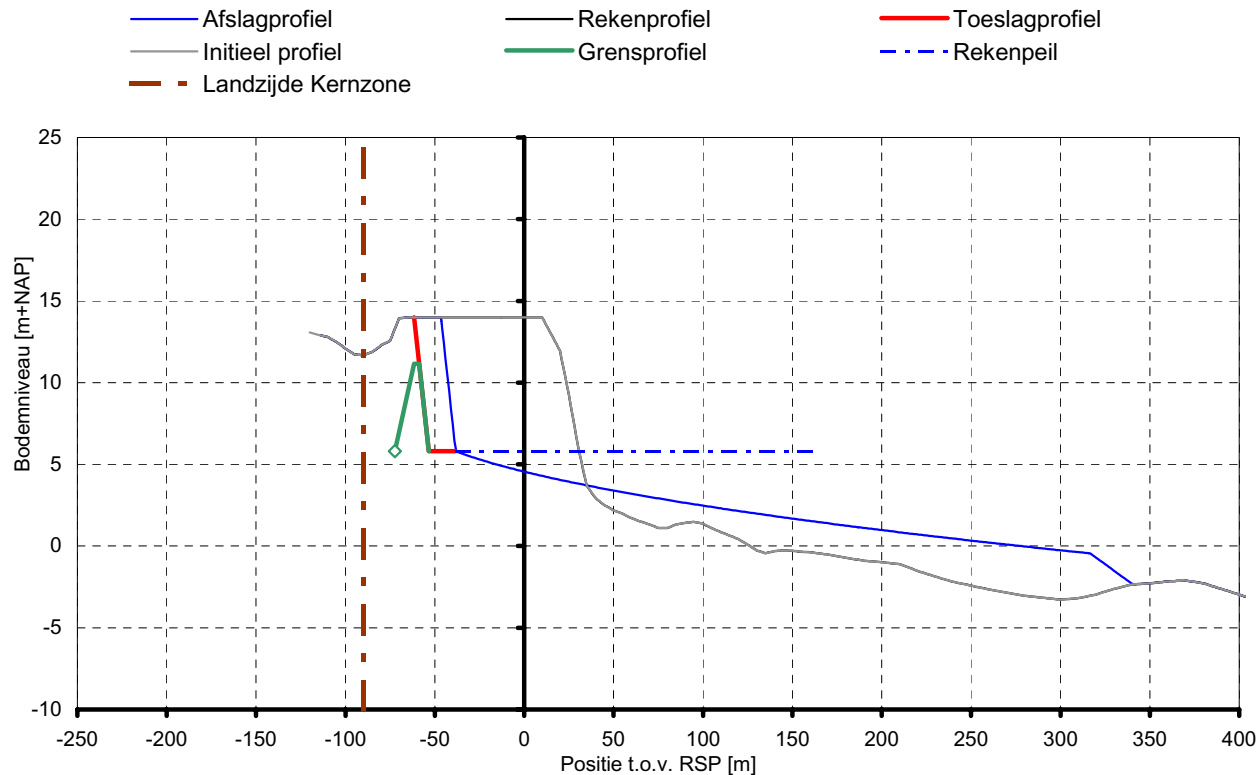
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 504 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 126 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 630 [m^3/m^1] |

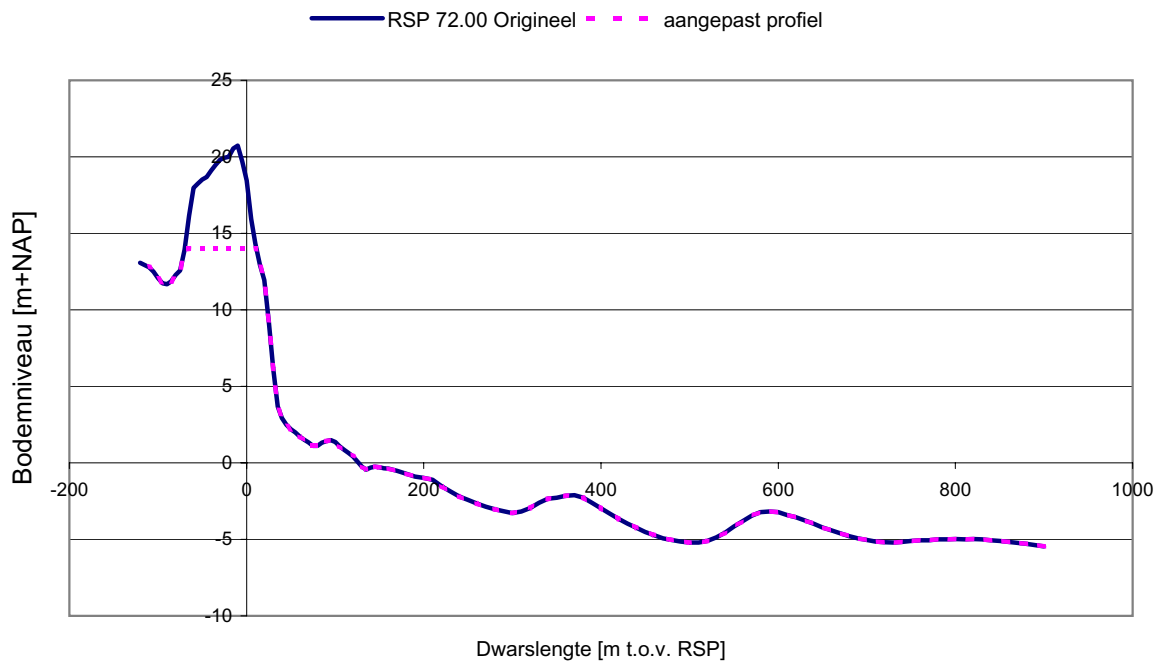
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 338.00 [m] |
| Xb | -42.17 [m] |
| Xc | -49.37 [m] |
| Xd | -58.17 [m] |
| Xe | -64.37 [m] |
| Xe,cr | -109.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +13m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{so}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

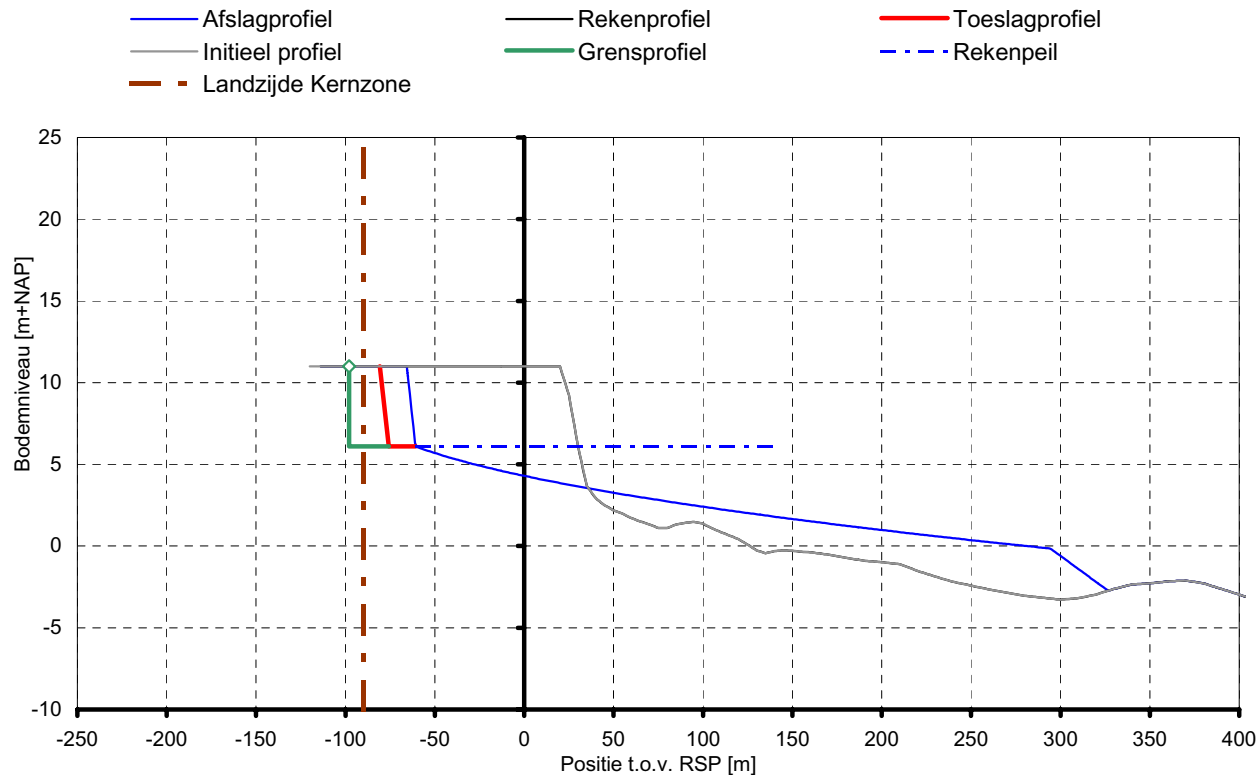
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 535 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 134 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 669 [m^3/m^1] |

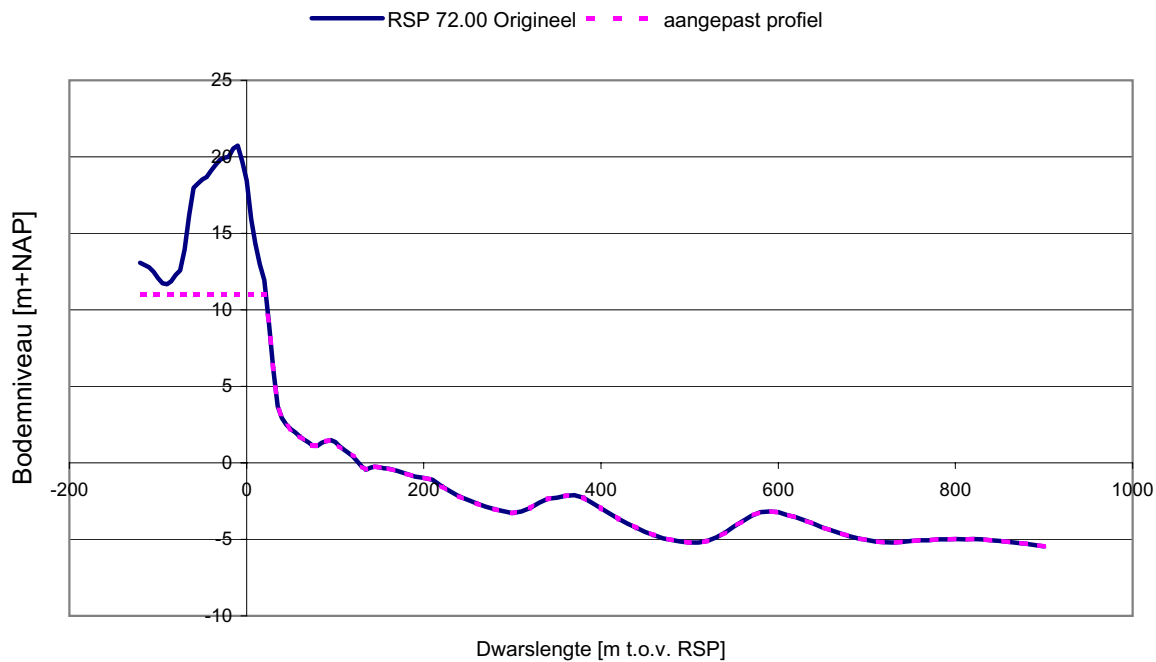
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 341.00 [m] |
| Xb | -38.36 [m] |
| Xc | -46.56 [m] |
| Xd | -54.36 [m] |
| Xe | -61.56 [m] |
| Xe,cr | -109.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
 Huidige situatie - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +14m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

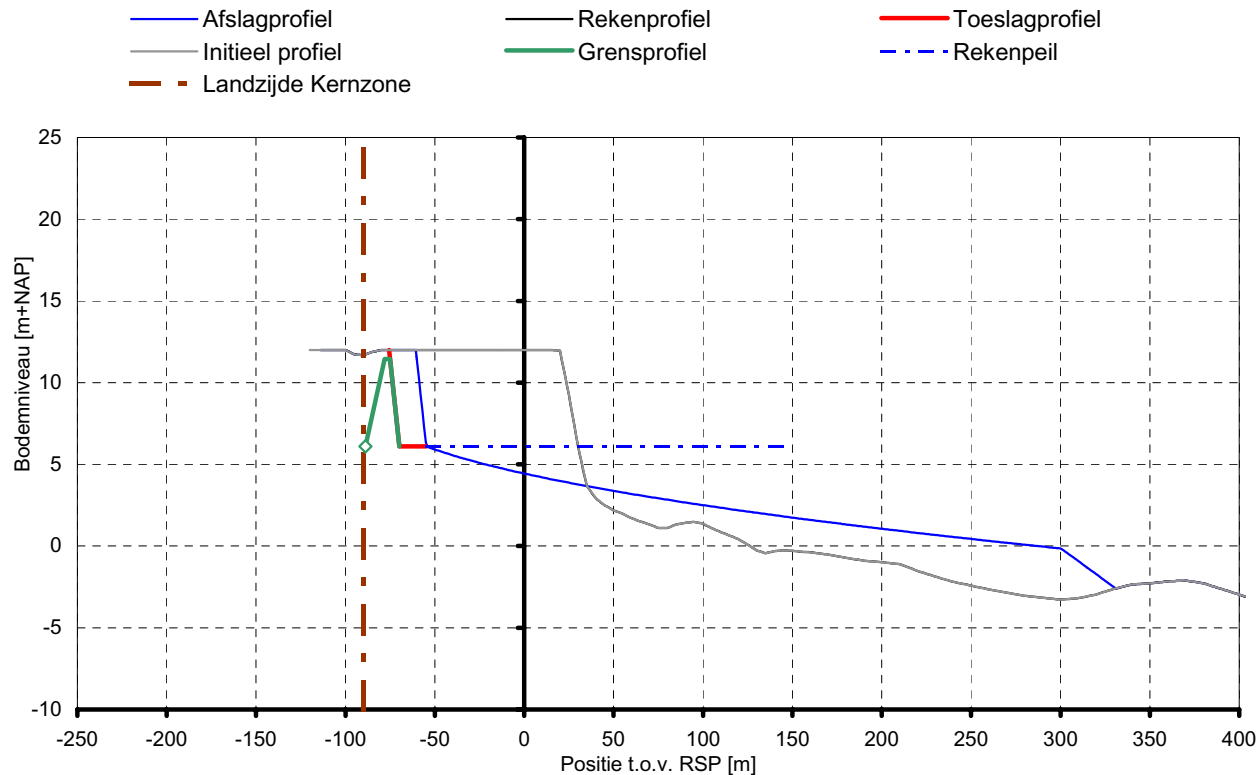
Rekenresultaten

| | |
|---------------|---------------------------------|
| V_{afslag} | 436 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 109 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 545 [m^3/m^1] |

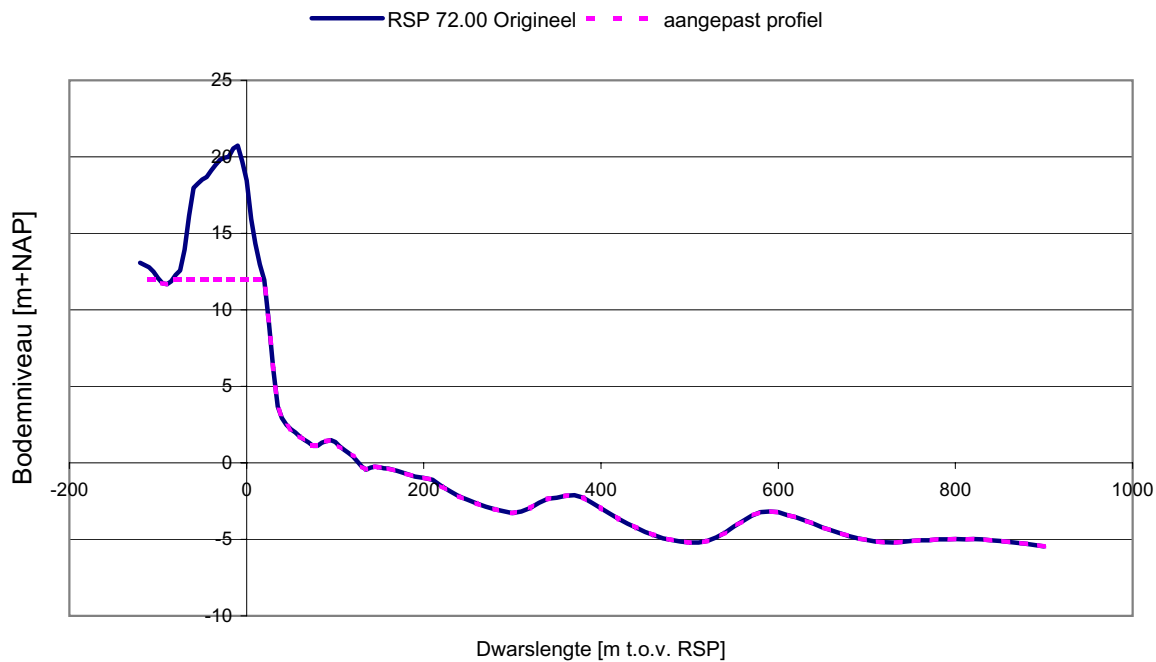
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 327.00 [m] |
| Xb | -60.81 [m] |
| Xc | -65.71 [m] |
| Xd | -72.85 [m] |
| Xe | -80.71 [m] |
| Xe,cr | -104.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +11m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

Rekenresultaten

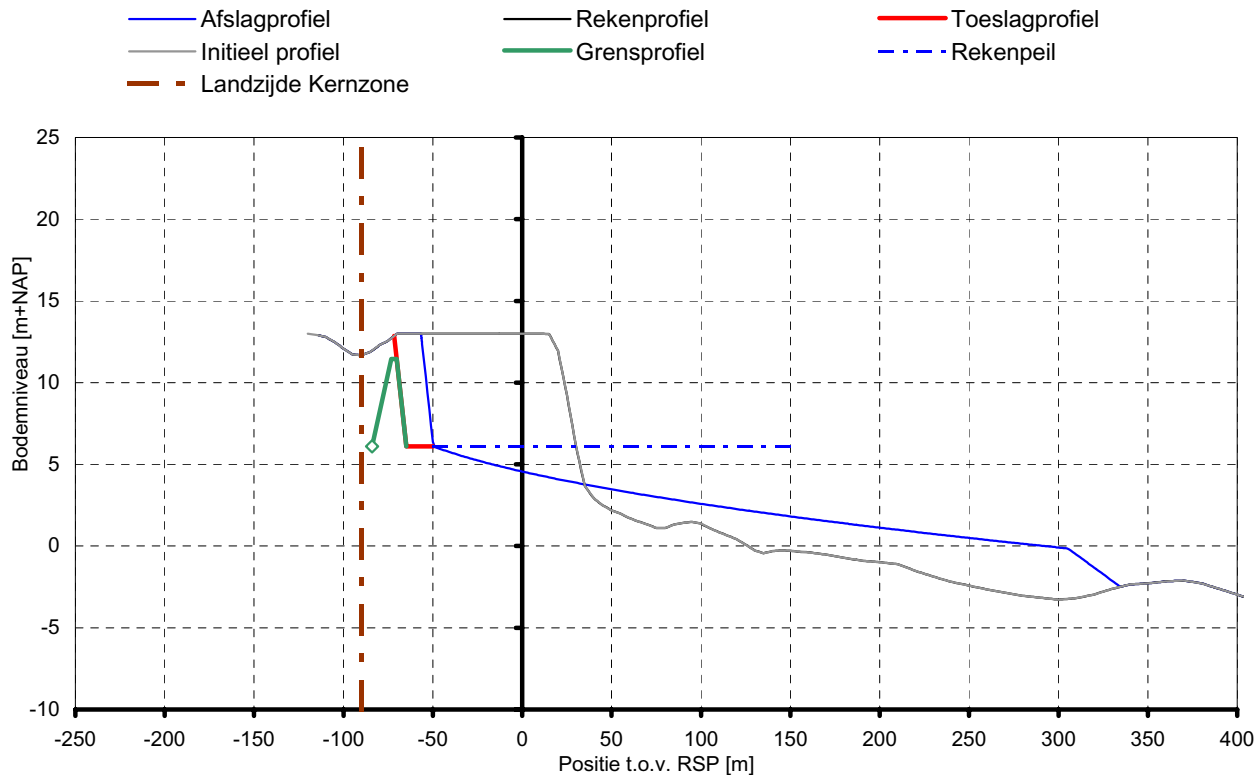
| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 489 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 122 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 611 [m^3/m^1] |

| | |
|-------|-------------|
| Xa | 331.00 [m] |
| Xb | -54.78 [m] |
| Xc | -60.68 [m] |
| Xd | -70.78 [m] |
| Xe | -75.68 [m] |
| Xe,cr | -106.00 [m] |

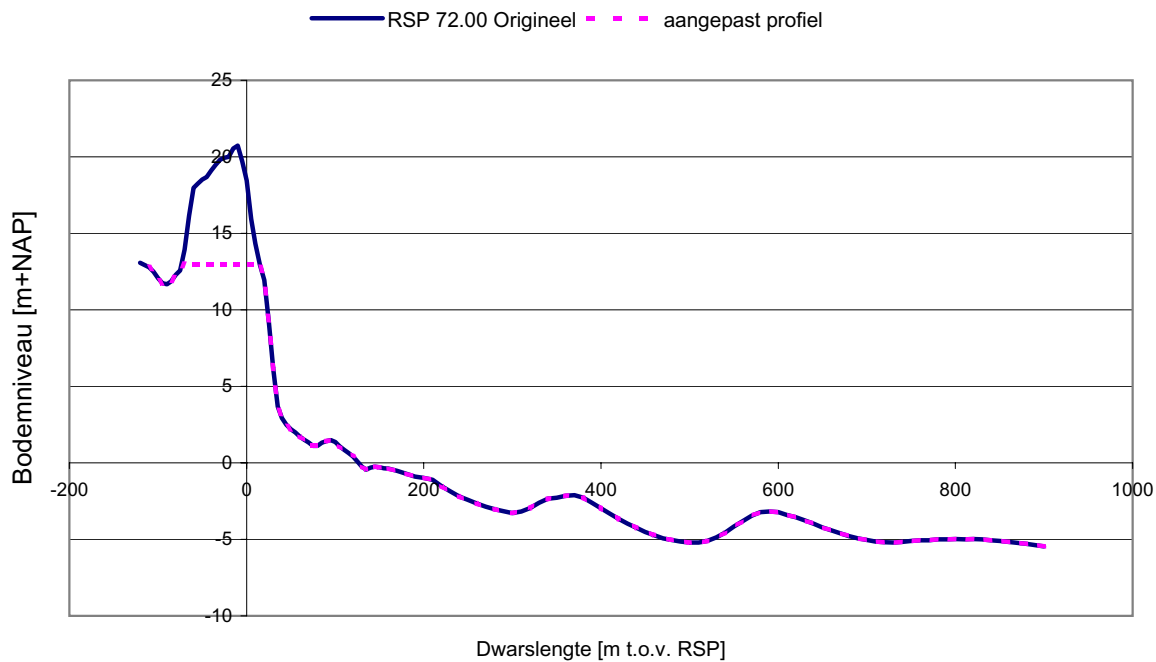
Resultaat afslagberekening volgens VTV2006

50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +12m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

Rekenresultaten

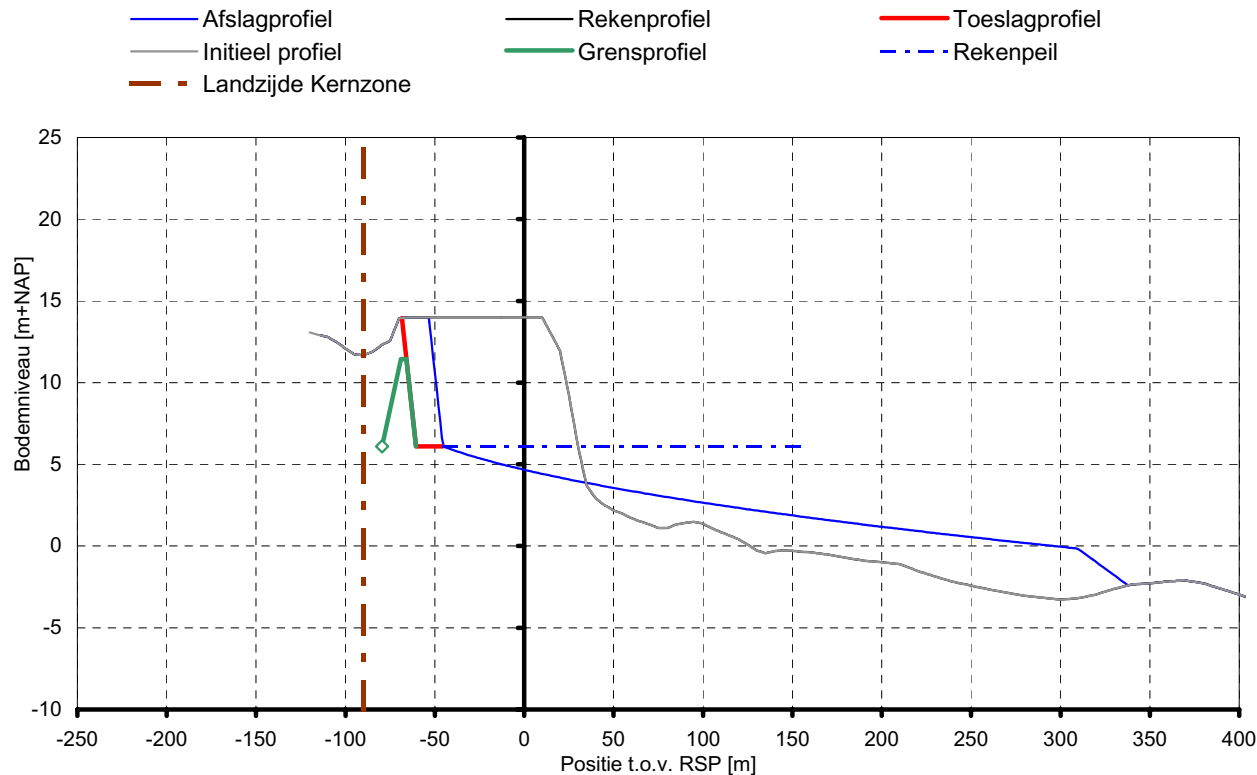
| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 533 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 133 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 666 [m^3/m^1] |

| | |
|-------|-------------|
| Xa | 335.00 [m] |
| Xb | -49.73 [m] |
| Xc | -56.63 [m] |
| Xd | -65.73 [m] |
| Xe | -71.63 [m] |
| Xe,cr | -108.00 [m] |

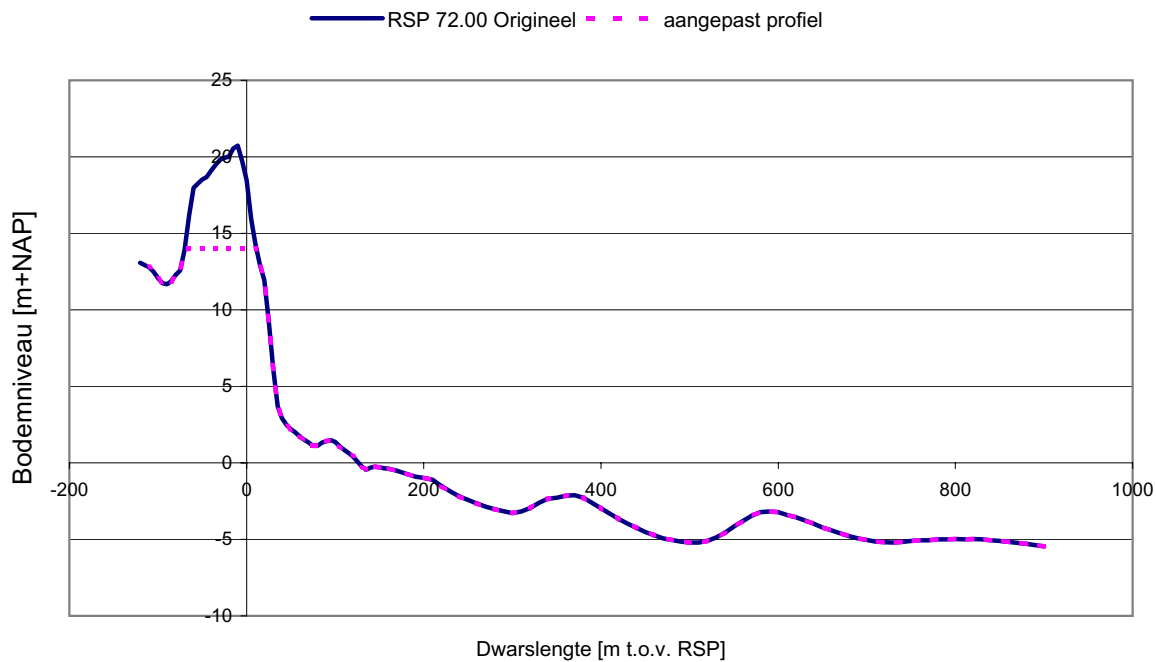
Resultaat afslagberekening volgens VTV2006

50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +13m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

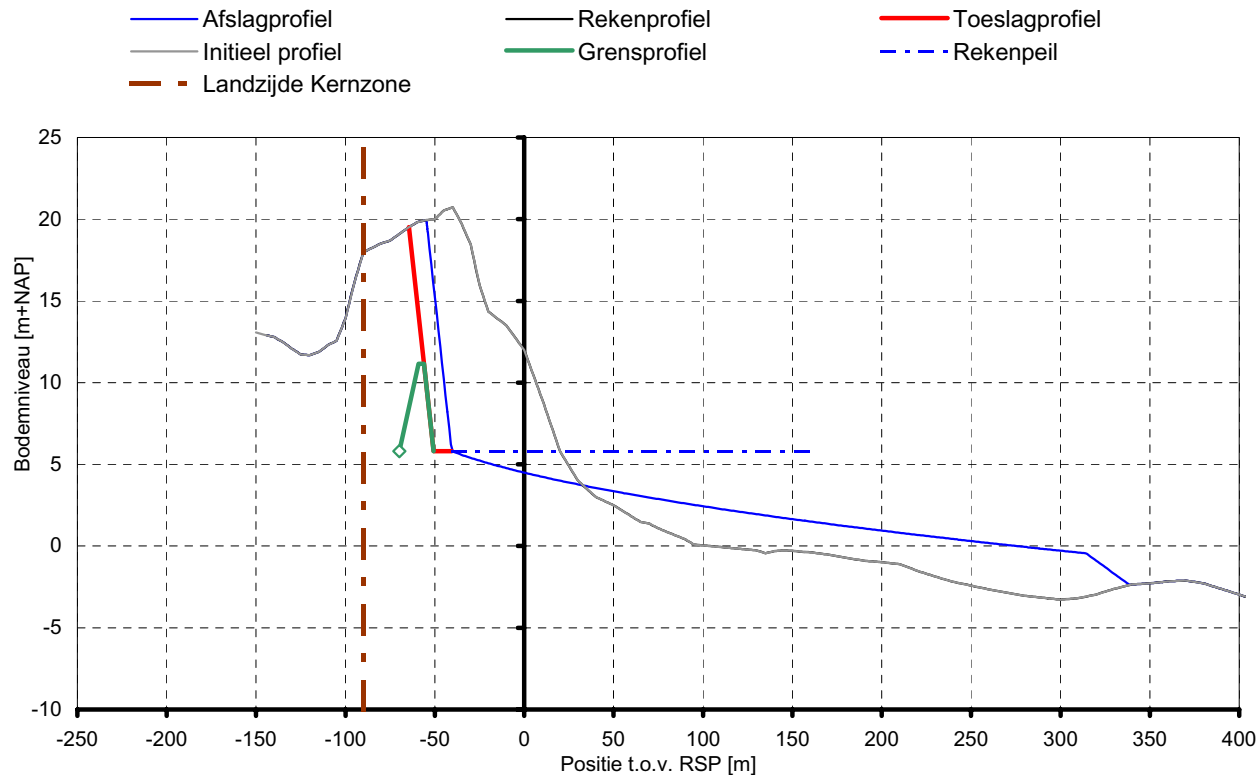
Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 569 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 142 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 711 [m^3/m^1] |

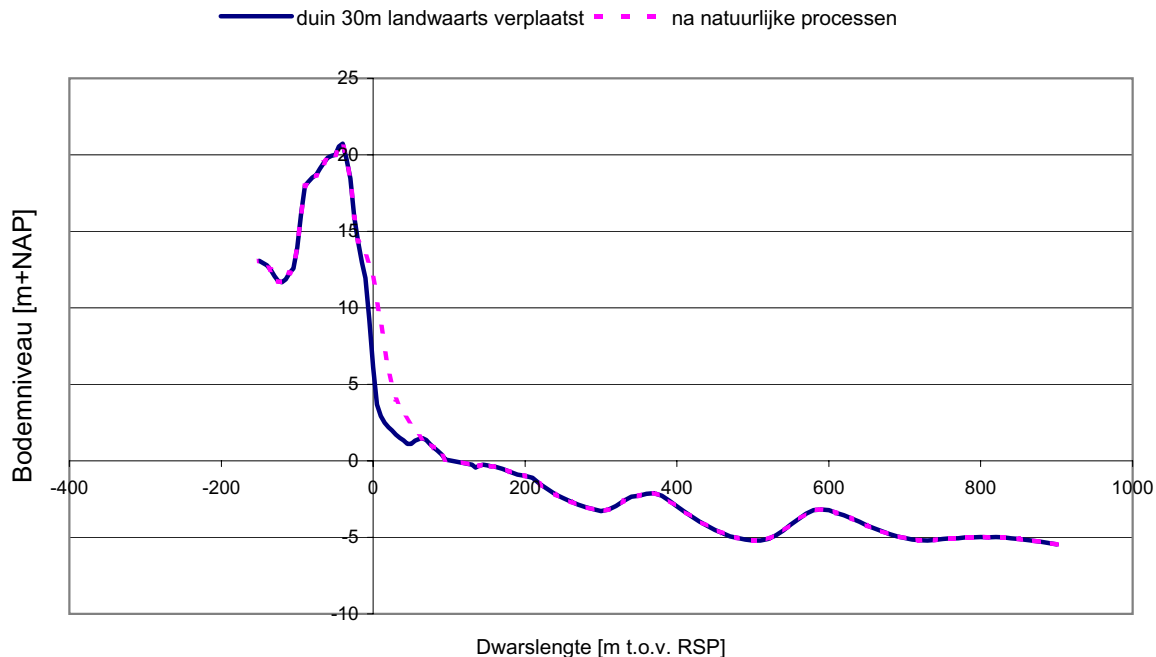
| | |
|-------|-------------|
| Xa | 338.00 [m] |
| Xb | -45.50 [m] |
| Xc | -53.40 [m] |
| Xd | -61.64 [m] |
| Xe | -68.40 [m] |
| Xe,cr | -108.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006
50 jaar midden klimaatscenario - RSP - 72 - duin afgeknot op NAP +14m.

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{so}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

Rekenresultaten

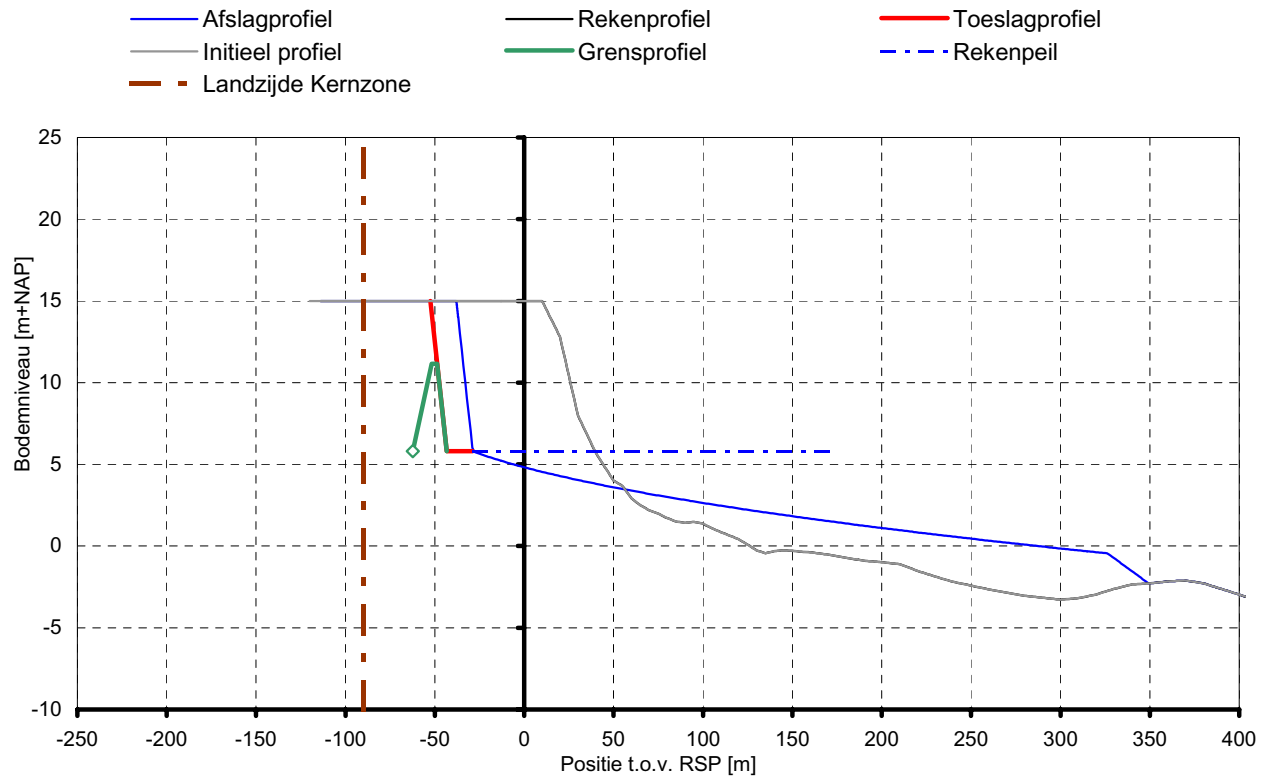
| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 569 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 142 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 712 [m^3/m^1] |

| | |
|-------|-------------|
| Xa | 339.00 [m] |
| Xb | -40.58 [m] |
| Xc | -54.72 [m] |
| Xd | -50.75 [m] |
| Xe | -64.46 [m] |
| Xe,cr | -139.00 [m] |

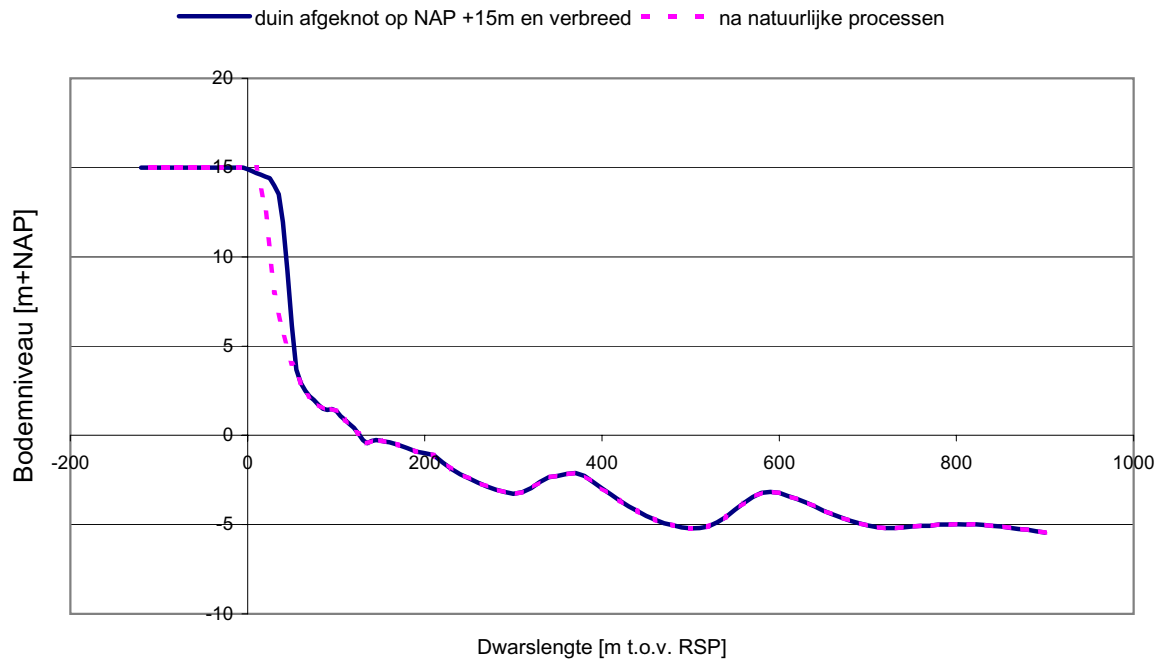
Resultaat afslagberekening volgens VTV2006

Huidige situatie - duin 30m landwaarts verplaatst - na natuurlijke processen

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 5.80 [m] |
| Significante golfhogte (H_{s0}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

Rekenresultaten

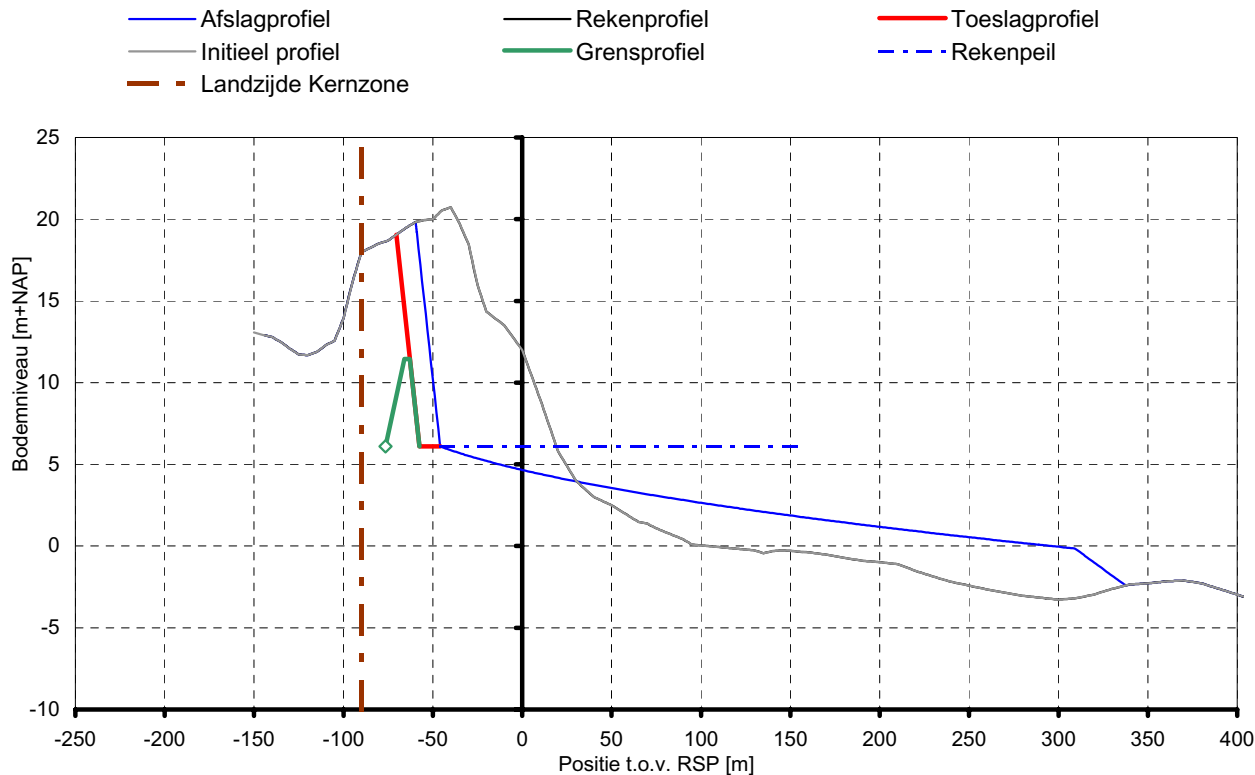
| | |
|---------------|---------------------------------|
| V_{afslag} | 536 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 134 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 671 [m^3/m^1] |

| | |
|-------|-------------|
| Xa | 350.00 [m] |
| Xb | -28.77 [m] |
| Xc | -37.97 [m] |
| Xd | -43.34 [m] |
| Xe | -52.54 [m] |
| Xe,cr | -112.00 [m] |

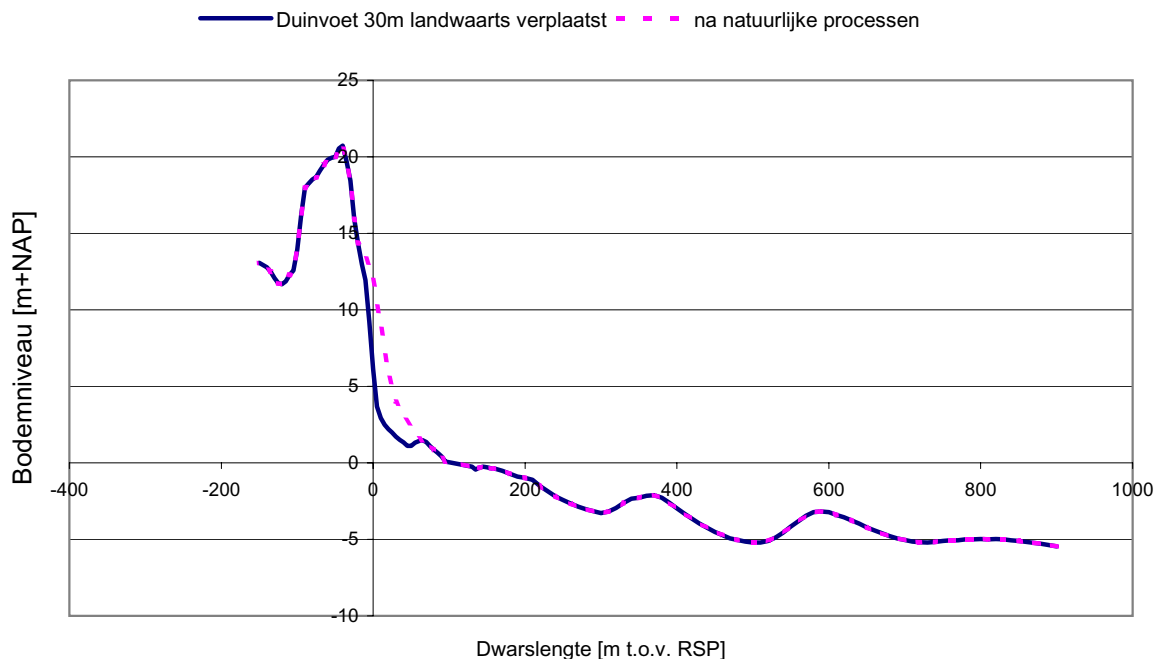
Resultaat afslagberekening volgens VTV2006

Huidige situatie - duin afgeknot op NAP +15m en verbreed - na natuurlijke processen

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{so}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

Rekenresultaten

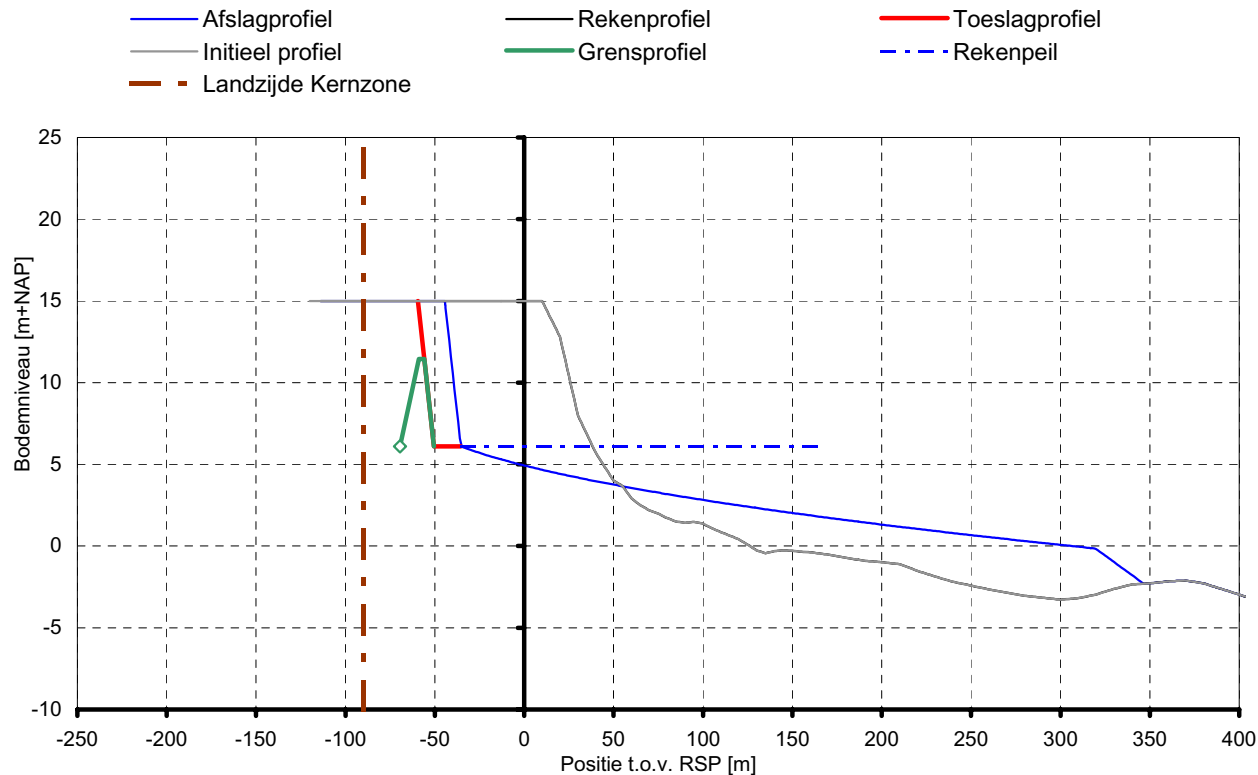
| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 621 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 155 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 776 [m^3/m^1] |

| | |
|-------|-------------|
| Xa | 338.00 [m] |
| Xb | -45.90 [m] |
| Xc | -59.62 [m] |
| Xd | -57.52 [m] |
| Xe | -70.47 [m] |
| Xe,cr | -138.00 [m] |

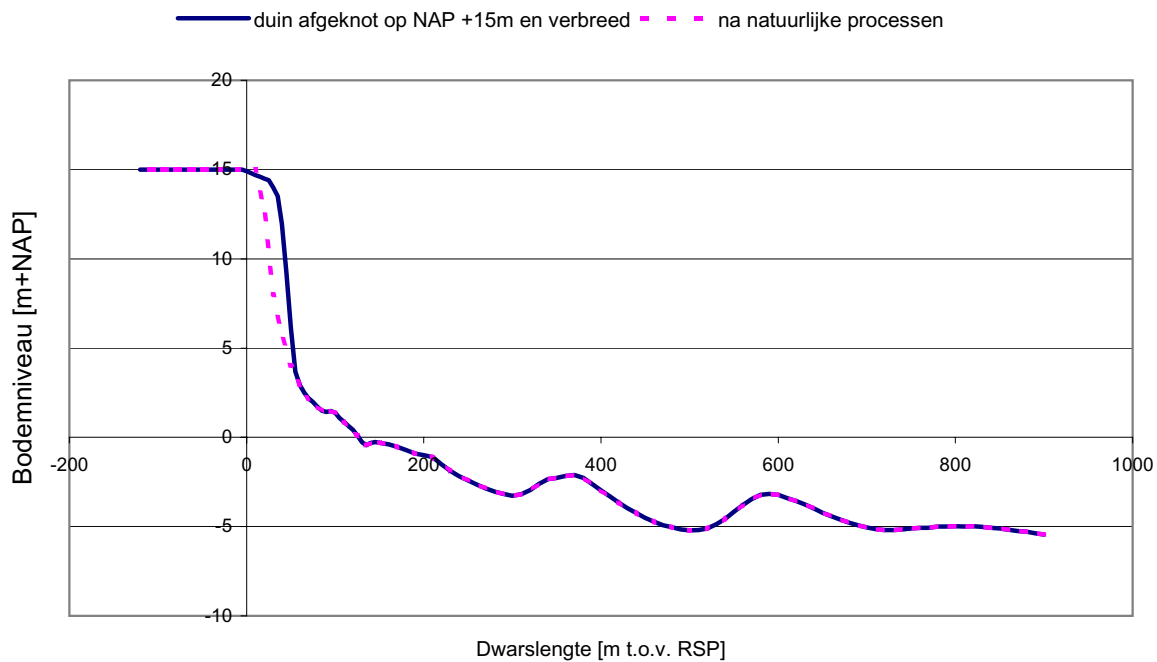
Resultaat afslagberekening volgens VTV2006

50 jaar midden klimaatscenario - duinvoet 30m landwaarts verplaatst - na natuurlijke processen

DuinAfslag



RSP 72.00 origineel en voorgesteld profiel



Belasting parameters

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Rekenpeil (RP) tov NAP | 6.10 [m] |
| Significante golfhoogte (H_{so}) | 8.85 [m] |
| Piekperiode (T_p) | 15.0 [s] |
| Korrel diameter (D_{reken}) | 194 [μm] |

Rekenresultaten

| | |
|---------------|-------------------|
| V_{afslag} | 573 [m^3/m^1] |
| $V_{toeslag}$ | 143 [m^3/m^1] |
| V_{totaal} | 717 [m^3/m^1] |

| | |
|-------|-------------|
| Xa | 347.00 [m] |
| Xb | -35.52 [m] |
| Xc | -44.42 [m] |
| Xd | -46.01 [m] |
| Xe | -59.42 [m] |
| Xe,cr | -111.00 [m] |

Resultaat afslagberekening volgens VTV2006

50 jaar midden klimaatscenario - duin afgeknot op NAP +15m en verbreed - na natuurlijke processen

DuinAfslag