



Inleiding

Nering Bögel levert in de Nederland een nieuw systeem voor regenwatermanagement. Het systeem bestaat uit solide kunststof spuitgegoten tunnelelementen. Door de ondergrondse inbouw van de tunnelelementen is opslag en/of infiltratie van regenwater mogelijk in een groot toepassingsgebied, variërend van vrijstaande huizen tot en met grote gebouwencomplexen, van het aanleggen van straten en wijken tot en met bedrijfs- en industrieterreinen. Dankzij het mechanische weerstandsvermogen van de tunnelelementen zijn ze geschikt voor toepassing onder bebouwde oppervlakken, zoals straten en parkeerterreinen.

Voordelen van het tunnelementensysteem

Grote infiltratie en opslagcapaciteit:

De afmetingen maken een grote opslag van regenwater mogelijk. Door de vorm van het element met een open onderkant is er een groot contactvlak met de bodem, wat het infiltratieproces bevordert.

Flexibiliteit in ontwerp:

De tunnelelementen kunnen in vrijwel alle situaties worden toegepast. De afmeting van de elementen maken het bovendien mogelijk om in bestaande of nog in de ontwikkelingsfase verkerende projecten te worden toegepast.

Eenvoudige en snelle aanleg:

Het lage gewicht en het eenvoudige koppelsysteem maakt dat de tunnelelementen eenvoudig te hanteren zijn en een snelle aanleg van het systeem mogelijk is.

Lage transport- en opslagkosten:

De vorm van de tunnelelementen maakt stapelen op pallets mogelijk hetgeen de transport- en opslagkosten reduceert.

Mogelijkheid tot inspectie en onderhoud:

Het ontwerp van de tunnelelementen maakt het systeem onderhoudsvrij. Met de inspectieopeningen is inspectie en onderhoud echter mogelijk.

Groot mechanisch weerstandsvermogen:

De elementen kunnen onder straten worden ingebouwd (tot en met verkeersklasse D-400 kN).

Chemische resistentie:

De gebruikte kunststof (polipropyleen) is bestand tegen chemicaliën (zuren, oplosmiddelen, koolwaterstoffen, enz.) en micro-organismen.

Toepassing van de tunnelelementen

Het toepassingsgebied voor de elementen strekt zich uit van toepassingen met een relatief klein volume voor regenwater afkomstig van vrijstaande huizen of meergezinshuizen, tot en met systemen met grote volumes voor regenwater in stedelijke gebieden, wijken en woonhuisgroepen. De ondergrondse elementen worden in parallelle rijen gekoppeld. Ze vangen piekbelastingen van regenwater op en geven het regenwater continu af:

- door infiltratie in de grond,
- aan een leidingnet met gereduceerde afvoer,
- aan een combinatie van de bovenstaande mogelijkheden.

Regenwateropvang en -infiltratie:

De tunnelelementen vangen het regenwater op en laten het vervolgens infiltreren in de bodem. Door de gewelfde vorm met een open onderkant ontstaat er een groot contactoppervlak tussen de bodem en het water. De doorlaatbaarheid van de bodem en de diepte van de grondwaterspiegel zijn belangrijke factoren voor het ontwerp van de installatie. Olie, slib en organische deeltjes moeten eerst worden opgevangen in een afscheidersysteem. Bij het ontwerp en de planning van het systeem moet rekening worden gehouden met de Wet Milieubeheer, het van toepassing zijnde Lozingbesluit en de lokale voorschriften.

Regenwaterbuffering en opslag:

Het systeem kan worden ingezet voor de buffering van regenwater, door bij hevige neerslag een bepaalde hoeveelheid regenwater op te vangen in de tunnelementen, waarbij vervolgens slechts een gereguleerde hoeveelheid naar het riool stroomt. Een regenwaterbufferbeken wordt aan de onderkant voorzien van een afdekkfolie. Bij een hoge grondwaterstand zorgt deze folie ervoor dat binnendringen van grondwater in het riool wordt voorkomen.

Beschrijving van het Stormmaster-systeem

Het Stormmaster-systeem bestaat in totaal uit vier tunnelementtypes. De tunnelementen zijn ontworpen met het oog op het creëren van een optimale situatie en balans tussen opslagvolumes en beperkingen met betrekking tot diepte en oppervlakte. De eerste overwegingen bij de keuze tussen de tunnelementtypes zijn de diepte van het grondwater en de beschikbare oppervlakte voor ondergrondse opslag.

Het tunnelement SC-310 biedt een ideale oplossing voor regenwatersystemen die een geringe hoogte en een groot oppervlak vereisen. Dit tunnelement met laag profiel maakt opslag van grote volumes, (minimaal) 0,39 m³/m² met minimale inbouwdieptes mogelijk.

Het tunnelement SC-740 optimaliseert opslagvolumes in een relatief klein oppervlaktebeslag. Door (minimaal) 0,67 m³/m² opslag te bieden, kunnen de SC-740 tunnelementen de kosten voor graafwerkzaamheden, vulgrond en bijbehorende zaken tot het minimum beperken.

Het tunnelement MC-3500 biedt nog betere plaatsingsmogelijkheden, wanneer een systeem op een relatief klein oppervlak moet worden aangebracht en de gemiddelde hoogste grondwaterstand op een relatief grote diepte onder het maaiveld aanwezig is. Het systeem biedt een minimale opslag van 1,09 m³/m²

Het tunnelement MC-4500 biedt de beste plaatsingsmogelijkheden, op locaties waar de gemiddelde hoogste grondwaterstand op grote diepte onder het maaiveld aanwezig is. Het systeem biedt een minimale opslag van 1,35 m³/m²

De tunnelementen

De tunnelementen SC-740 en SC-310 kunnen op de bouwplaats in delen van ongeveer 16,5 cm worden gesneden om de lengte van een rij in te korten. Bij de tunnelementen MC-3500 en MC-4500 is dit mogelijk om de ca. 300, respectievelijk 400 mm. Het aanleggen van tunnelementrijen rond obstakels in het terrein, kunnen eenvoudig worden bewerkstelligd door specifieke snij-instructies bij de ontwerpplannen te voegen.

Het laatste tunnelement van een rij kan in een willekeurige dal naast een kruin op maat worden gesneden. Een in het op maat gesneden tunnelement geplaatste afsluitkap sluit de rij af. Als het afgesneden deel van een tunnelement een bruikbare lengte heeft, kan deze als begin van de volgende rij worden gebruikt.

Als hulp voor de aannemer zijn de tunnelementen voorzien van eenvoudige montage instructies en pijlen die de richting waarin de rijen moeten worden aangelegd, aangeven. De rijen worden gevormd door de 'begin/eind'-ribbel van het volgende tunnelement met de eindribbel van het voorgaande tunnelement te laten overlappen. Twee mensen kunnen veilig en efficiënt rijen van elementen aanleggen zonder ingewikkelde verbindingstukken, speciale gereedschappen of zware apparatuur.

De eindplaten

De begin- en eindplaten kunnen eenvoudig worden vastgezet in elke kruin van een tunnelement. Met het in de eindplaat voorziene handvat kan één man de eindplaten bevestigen. Gereedschappen of bevestigings-materialen zijn niet nodig.

De eindplaten zijn vereist aan elk begin en eind van een rij, om binnendringen van stenen te voorkomen. De SC-310 eindplaat is geschikt voor leidingen tot 31,5 cm diameter. De SC-740 en MC-3500 eindplaten zijn geschikt voor leidingen tot 60 cm diameter. En de eindplaten van de MC-4500 zijn geschikt voor leidingen tot 100 cm diameter. Om de installatie te vereenvoudigen zijn de zaagcontouren van een aantal leidingdiameters aangegeven.





Overwegingen bij het systeemontwerp

Bodemgesteldheid

De bepaling van de bodemgesteldheid is vereist om de mogelijkheden van infiltratie en belasting vast te stellen. In de volgende tabel staat een samenvatting van de voorwaarden voor de installatie van tunnelelementen al naar gelang de bodemgesteldheid

TABEL 1 - Bodemgesteldheid en installatiemogelijkheden

Materiaal	Gemiddelde mechanische eigenschappen	Draagvermogen	Infiltratie mogelijkheid
Fijne bodems (klei - leem)	Zeer variabel	Specifiek onderzoek	Nee Nee
Zanderige en kiezelachtige bodems met fijn materiaal	Variabel al naar gelang het gehalte aan fijn materiaal	Controleren	Ja, eventueel met geotextiel
Aardrijke bodems met fijne/grove elementen	Dpr > 95%	Voldoende	Ja
Zanderige tot kiezelachtige bodems, ongevoelig voor water	Dpr > 95%	Voldoende	Ja
Rotsachtige bodems	Dpr > 95%	Voldoende	Ja

Dpr = Proctor verdichtingsgraad (%)

Het tunnelelementensysteem kan in verschillende natuurlijke bodemsoorten worden aangelegd. Het draagvermogen van de bodem bepaalt de vereiste diepte van het funderingsgesteente onder de elementen. De ontwerper is verantwoordelijk voor het beoordelen van het draagvermogen van de bodem.

Wanneer het draagvermogen van de bodem ontoereikend blijkt te zijn, dan kan er extra funderingsmateriaal worden aangebracht. Voor een bodem met een draagvermogen van minder dan 1 kg/cm² dient een geotechnisch ingenieur de specifieke bodemgesteldheid te beoordelen. Aanbevelingen kunnen bestaan uit het vergroten van de steenfundering of andere draagvermogen verbeterende maatregelen. De projecttechnicus dient te waarborgen dat de algemene verzakking van het terrein binnen de toelaatbare grenzen blijft. De bodemgesteldheid moet worden beoordeeld met inachtneming van de bij een regenwatersysteem verwachte variatie in bodemvochtigheid.

Waterdistributie in Stormmaster tunnelelementensystemen

De open onderkant en zijwandopeningen in de tunnelelementen tezamen met de hoekvormige stenen (gewassen split 19/51) rond de tunnelelementen, maken zijdelingse stroming van regenwater door de bedding mogelijk. Deze mogelijkheden kunnen ook het aantal buisaansluitingen verminderen of een hoofdbuis en verdeelsysteem overbodig maken.

Bij het ontwerpen van een inlaatsysteem moet in overweging worden genomen:

- 1) De bestendigheid van de steenfundering tegen mogelijke uitspoeling als gevolg van de kracht van het instromende water.
- 2) De mogelijkheid van een tunnelelement om zijdelings water door het omgevende steen naar naastgelegen rijen te transporteren.

Maximale stroomsnelheid in inlaatbuis

Om overmatige uitspoeling van gewassen split 19/51 te voorkomen, mogen de stroomsnelheden in de inlaatbuis de in **tabel 2** gegeven waarden niet overschrijden. Hogere stroomsnelheden kunnen overmatige uitspoeling veroorzaken bij de intrede van het water, hetgeen nadelig kan zijn voor de fundering van de constructie. Ter voorkoming van dit eventueel uitspoelen moet er dwars over de rijen, aan de inlaatzijde een hoeveelheid geotextiel uitgerold worden, waarbij deze voor ongeveer 3½ tot 4 meter onder het element ligt.

TABEL 2 - Maximale inlaatstroomsnelheden (l/s) en minimaal aantal tunnelementen per rij om uitslijting van een onbeschermde split 19/51 fundering te voorkomen.

Nominale diameter inlaatbuis (mm)	Maximaal debiet inlaatbuis (l/sec)	Minimaal aantal tunnelementen per rij
110	9	1
125	12	1
160	20	2
200	32	3
315	78	6
400	125	9
500	195	14
630	310	22



Zijdelingse stroomsnelheden

Het is belangrijk om bij het ontwerpen van het systeem de zijdelingse stroomsnelheden tussen de tunnelementrijen in overweging te nemen. Een tunnelement transporteert water zijdelings door de openingen in de zijwand. Iedere tunnelementzijde kan 7 liter water per seconde zijdelings transporteren. De snelheid van zijdelings transport wordt bepaald door het aantal tunnelementen in een rij.

Soorten tunnelementrijen

Een tunnelementensysteem kan maximaal drie soorten rijen bevatten, namelijk passieve rijen, binneninlaatrijen en buiteninlaatrijen.

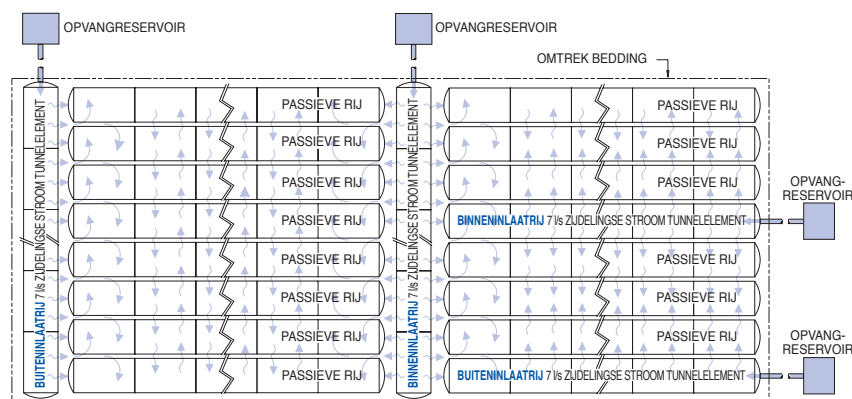
Passieve rij: Een passieve rij bevat nooit een directe inlaatbuis. De rij neemt water op via het omliggende gesteente en de gleuven in de zijwanden, zoals weergegeven in **figuur 5**. Een tunnelement in een passieve rij kan vanuit iedere tunnelementzijde 7 liter water per seconde opnemen of vrijgeven. In een efficiënt ontworpen tunnelementbedding zijn de meeste tunnelementrijen doorgaans passief.

Binneninlaatrij: Een binneninlaatrij heeft een directe inlaatbuis. Aangrenzend aan beide zijden van de rij liggen passieve rijen van gelijke lengte of langer, zoals weergegeven in **figuur 5**. Iedere tunnelement in een binneninlaatrij kan zijdelings 14 liter water per seconde transporteren. Het is mogelijk een bedding met slechts één binneninlaatrij te ontwerpen. Houd bij het ontwerpen van inlaatrijen rekening met de indeling van de bedding en hoe soorten rijen en lengtes de waterstroom kunnen beïnvloeden.

Buiteninlaatrij: Een buiteninlaatrij heeft een directe inlaatbuis. Aangrenzend aan slechts één van de zijden ligt een passieve rij van gelijke lengte of langer. Een buiteninlaatrij kan loodrecht op een reeks rijen staan. In beide gevallen loopt de buiteninlaatrij doorgaans langs de buitenkant van een bedding, zoals weergegeven in **figuur 5**. Ieder tunnelement in deze soort rijen kan zijdelings 7 liter water per seconde transporteren.

TABEL 3 – Zijdelingse stroomsnelheden inlaatrijen

Aantal elementen per rij	Zijdelingse stroomsnelheid (l/s)	
	Binneninlaatrij (# tunnelement x 14 l/s)	Buiteninlaatrij (# tunnelement x 7 l/s)
1	14 l/s	7 l/s
3	42 l/s	21 l/s
7	98 l/s	49 l/s
23	322 l/s	161 l/s



* Zie tabel 2 voor maximale inlaatstroomsnelheden ter voorkoming van uitslijting

Figuur 5, voorbeelden van tunnelementenrijen * (niet op schaal)

Sedimentbeheer

Het systeem moet zodanig worden ontworpen, dat een zo groot mogelijke hoeveelheid sediment en organische afval afkomstig van verhardingen en/of daken wordt onderschept. Dit kan zowel buiten als binnen het tunnelementensysteem. De voorziening voor sedimentopvang dient regelmatig te worden geïnspecteerd en indien nodig gereinigd.

Sedimentopvang buiten het systeem

Voor sedimentopvang buiten het systeem wordt over het algemeen gebruik gemaakt van een sedimentatiebekken, een lamellenafscheider of een bezinksel, eventueel in combinatie met een bypass installatie. Een bypass systeem wordt met name ingezet voor de behandeling van regenwater afkomstig van grote verharde oppervlakten zoals parkeerterreinen, overslagterreinen en fabrieksterreinen. Het bypass systeem behandelt een gedeeltelijke vloeistofstroom van het afwateringssysteem. De basisgedachte is dat alle vervuilingen (olie, slib, etc) naar het afscheidersysteem worden gevoerd gedurende de eerste minuten van een regenbui, op het ogenblik dat de hevigste neerslag nog niet bereikt is. De bypass systemen zijn gediimensioneerd om een hoeveelheid afvalwater te behandelen vanaf het begin van de regenbui. De maximum neerslag wordt verdeeld over een afleidingsschacht, die de toevoer splitst in twee gedeeltelijke stromingen: een eerste die loopt via een afscheidersysteem, en een tweede die direct naar het buffer/infiltratiebekken wordt geleid.

Sedimentopvang binnen het systeem

In het Stormmaster systeem is in sommige gevallen sediment opvang ook binnen het systeem mogelijk. Hiertoe wordt geotextiel of membraanfolie boven op de stenen fundering van een inlaatrij aangebracht en wordt een reeks inspectieopeningen/ ontstoppingsstukken geplaatst. Dit voorkomt het uitspoelen van de fundering, maakt het eenvoudig inspecteren van de rijen mogelijk en staat het verwijderen van sediment toe. Omdat de eindplaten van het Stormmaster systeem in iedere willekeurige ribbel van een rij kunnen worden geplaatst, kunnen deze in de eerste twee of drie tunnelementen van een inlaatrij worden toegepast. Het geotextiel moet goed worden bevestigd. Een keerplaat of overloopvoorziening kan ook worden gemaakt door een opening in de interne afsluitplaat te snijden.

Ontwerp van het systeem

Bepaling van het vereiste opslagvolume (Vs)

Voor de bepaling van het vereiste opslagvolume van het systeem zijn de volgende documenten en gegevens nodig :

- Aangesloten afwateringsoppervlak
- Regenhoeveelheid en frequentie
- Infiltratiesnelheid van de bodem (kf waarde)
- Onderzoek bodemdraagkracht
- Diepte van het grondwaterpeil
- Afwateringsplannen; situatietekeningen
- Oorsprong en vervuiling van het water dat moet worden geïnfiltreerd en/of opgeslagen

Fundering en vulmateriaal

Het draagvermogen van de bodem bepaalt de vereiste diepte van het funderingsgesteente onder de tunnelelementen. Tevens wordt de diepte van de steenfundering bepaald door de hoogte van de gronddekking bovenop het systeem. Onderstaande tabellen geven richtlijnen voor het bepalen van de vereiste dikte van de fundering (hoogte van de split tussen de onderkant van de tunnelelementen en het bodemoppervlak) voor een bepaald draagvermogen van de bodem in combinatie met de hoogte van de gronddekking bovenop het systeem

Minimale dikte van de fundering SC-310 én SC-740

Gronddekking (mm.)	Draagvermogen van de bodem (kg/cm ²)							
	2,00	1,85	1,70	1,55	1,40	1,25	1,10	1,00
450	150	150	150	150	230	230	300	380
750	150	150	150	150	230	300	380	450
1050	150	150	150	230	230	300	380	500
1350	150	150	150	230	230	300	380	500
1650	150	150	150	230	300	300	380	500
2000	150	150	230	230	300	380	450	600
2450	150	230	230	300	380	450	500	700

Minimale dikte van de fundering MC-3500

Gronddekking (mm.)	Draagvermogen van de bodem (kg/cm ²)							
	2,00	1,85	1,70	1,55	1,40	1,25	1,10	1,00
600	230	230	230	230	300	300	380	600
750	230	230	230	230	300	380	450	600
1050	230	230	230	300	380	450	600	750
1350	230	230	300	380	450	600	600	900
1650	230	300	380	450	600	600	750	1000
2000	300	380	380	450	600	750	900	1000

Minimale dikte van de fundering MC-4500

Gronddekking (mm.)	Draagvermogen van de bodem (kg/cm ²)							
	2,00	1,85	1,70	1,55	1,40	1,25	1,10	1,00
600	230	230	230	230	230	300	380	600
750	230	230	230	230	230	380	450	600
1050	230	230	230	300	380	450	600	900
1350	230	230	300	380	450	600	750	1000
1650	230	300	380	450	600	750	900	1350
2130	300	380	450	600	750	900	1000	1650

Het aanbevolen materiaal voor het aanleggen van het fundament is gewassen split, gebroken betonpuingranulaat, gewassen spoorwegballast of lava (19/51) ter ondersteuning van de constructie en om water zijdelings te kunnen transporteren. Bij het berekenen van regenwater opslagvolumes heeft de split die aan deze specificaties voldoet doorgaans een poriëngetal van ongeveer 40%.

Vulmateriaal ter afdekking van de tunnelelementen

Als vulmateriaal wordt gewassen split 19/51 boven de tunnelelementen gestort. Hierbij dient er een minimale laagdikte te worden aangehouden zoals in onderstaande tabel staat opgegeven. Een geotextiel beschermt de grondaanvulling. Deze moet voldoen aan de robuustheidsklasse GRK 5. Over het vulmateriaal van split en het geotextiel wordt niet-bindend materiaal gestort. Dit moet gebeuren in lagen van 30 cm, waarna telkens moet worden verdicht.



Type Stormmaster	Min. dekking aan steenfundering op het systeem
SC-310	150 mm
SC-740	150 mm
MC-3500	305 mm
MC-4500	305 mm

Stormmaster tunnelementen vereisen een minimale en maximale gronddekking bovenop het systeem (inclusief de split boven de tunnelementen). De dikte van de verharding is niet bij de minimale dekkingseisen opgenomen.

Type Stormmaster	Totale gronddekking op het systeem	
	Minimaal (excl. verharding)	Maximaal (incl. verharding)
SC-310	450 mm	2450 mm
SC-740	450 mm	2450 mm
MC-3500	600 mm	2000 mm
MC-4500	600 mm	2130 mm

Voorbehandeling

Het water moet een voorbehandeling ondergaan, voordat het naar het systeem stroomt om zoveel mogelijk sediment, organische en drijvende deeltjes af te scheiden. Voor het ontwerp en de keuze van het type voorbehandeling kan Nering Bögel ondersteuning bieden. Een zorgvuldig ontwerp beïnvloedt in hoge mate de nuttige gebruiksduur van de hele installatie.

Beluchting

Voor de luchtcirculatie in het systeem moet per 100 m² systeemoppervlak worden gezorgd voor een be- en ontluchtingsbuis met een diameter van 100 mm. Voor de inspectie en eventuele reiniging van de elementen moeten er meer aansluitingen worden aangebracht afgedekt met putafdekkingen of straatpotten. Met de volgende stappen kunt u de berekening maken voor het bepalen van de afmetingen van het systeem, mits u eerst het type heeft bepaald.

Bepaling van het aantal benodigde tunnelementen (nM)

Het aantal benodigde tunnelementen wordt berekend door het benodigde opslagvolume (VS) te delen door het opslagvolume van het type tunnelement incl. holle ruimte tussen de split.

$$(nM) = V_s / \text{Volume per tunnelement}$$

TABEL 5 - opslagvolume per tunnelement (m³)

Type Stormmaster	Opslag per element (m ³)	Opslag geïnstalleerd Bij steenfundering ... diepte (m ³)		
		15 cm	23 cm	30 cm
SC-310	0,42 m ³	0,88	0,95	1,00
SC-740	1,30 m ³	2,12	2,22	2,31
MC-3500	3,11 m ³	----	5,06	5,15
MC-4500	3,01 m ³	----	4,60	4,71

Opmerking: Opslagvolumes worden in kubieke meters per tunnelement gegeven. Hierbij wordt uitgegaan van een 40% poriënvolume voor de split plus het tunnelementvolume.

Bepaling van de afmeting van het systeembed (A)

Stormmaster tunnelementen moeten met een bepaalde minimale ruimte tussen de onderlinge tunnelementen en tussen het tunnelement en het einde van het infiltratieveld worden aangebracht. De ruimte tussen de rijen mag worden vergroot. Dit verhoogt het opslagvolume dankzij de open ruimte tussen de split.

$$A = (nM) \times \dots \text{ m}^2 \text{ beddingsoppervlak per tunnelement}$$

TABEL 6 - beddingsoppervlak per tunnelelement (m²)

Type Stormmaster	Min. beddingsoppervlak (m ²)
SC-310	2,17 m ²
SC-740	3,15 m ²
MC-3500	4,77 m ²
MC-4500	3,40 m ²

Opmerking: vergeet niet een ruimte van 30 cm om de bedding van het systeem heen in te plannen om de installatiewerkzaamheden te vereenvoudigen.

Tot. beddingsopp. = (nM x beddingsopp. per element) + (0,3 m x beddingomtrek in mtr.)

Bepaling van de benodigde hoeveelheid grind (Vsplit)

In onderstaande tabel staat de benodigde hoeveelheid split 19/51 per element naar type.

TABEL 7 - hoeveelheid steen per tunnelelement (m³)

Type Stormmaster	Dikte steenfundering		
	15 cm	23 cm	30 cm
SC-310	1,10 m ³	1,27 m ³	1,43 m ³
SC-740	2,03 m ³	2,28 m ³	2,51 m ³
MC-3500	-----	4,52 m ³	4,85 m ³
MC-4500	-----	4,56 m ³	4,82 m ³

Vermenigvuldig om de vereiste totale hoeveelheid split 19/51 te berekenen het aantal tunnelelementen (nM) met de uit **tabel 7** gekozen hoeveelheden split.

Opmerking: gewassen split is ook vereist rondom het systeem

$$(VSplit) = (nM) \times \dots m^3$$

Bepaling van de hoeveelheid uit te graven grond (Vuitgr)

De hoeveelheid uit te graven grond is afhankelijk van de inbouwdiepte en het type tunnelelement. Deze minimale hoeveelheid uit te graven grond staat weergegeven in onderstaande tabel.

$$(Vuitgr) = (nM) \times \dots m^3$$

TABEL 8 - hoeveelheid uit te graven grond (m³)

Type Stormmaster	Uit te graven grond (m ³) bij een funderingslaag van:		
	15 cm	23 cm	30 cm
SC-310	1,52 m ³	1,69 m ³	1,85 m ³
SC-740	3,33 m ³	3,58 m ³	3,81 m ³
MC-3500	----	7,72 m ³	8,05 m ³
MC-4500	----	7,57 m ³	7,83 m ³

Opmerking: Bovenstaande hoeveelheden zijn uit te graven én af te voeren hoeveelheden grond per element. Bij de bovenstaande factor is geen rekening gehouden met de extra uit te graven grond voor de 30 cm brede beddingsranden.

Bepaling van het oppervlak van het benodigde geotextiel (Ageotex)

De zijanten van het bed en de grindlaag moeten worden afgedekt met geotextiel met een robuustheidsklasse GRK 5. Bereken het oppervlak van de bouwput en de zijoppervlakken met een marge van 60 cm. Houd rekening met een overlapping van de geotextielbanen van 60 cm.

Opmerking: op bouwplaatsen waar de grondwaterspiegel sterk schommelt en in bepaalde bodemsoorten (grens tussen bodem en gesteente) is afdekking van de bodem noodzakelijk.