INTEWA DRAINMAX® tunnel

Technische handleiding

DM-T-/60 (DIBt)

DM-T-/12

WATER IS ONS ELEMENT

www.intewa.de

1. Inleiding **2**
1.1 Toepassingsgebieden *3*
2. Productbeschrijving **4**
2.1 Technische gegevens *6*
2.2 Transport en opslag *8*
3. Berekening, planning en uitvoering van infiltratie- en retentieinstallaties **9**
3.1 Aanwijzingen voor de berekening *9*
3.2 Aanwijzingen voor de voorbehandeling van hemelwater *10*
3.3 Richtlijnen voor inspectie en reiniging *11*
3.4 Richtlijnen voor buizenwerk en ventilatiesysteem *12*
4. Inbouwrichtlijn **15**
4.1 Draag- en egalisatielaag *15*
4.2 Aanvulmaterialen en aanvullen van het tunnelsysteem *15*
4.2.1 Aanvullen met niet-bindend materiaal 16
4.2.2 Aanvullen met grind 16/32 mm 17
4.3 Afdekking en draagvermogen van het tunnelsysteem *18*
4.3.1 DRAINMAX tunnel/60 met DIBt-erkenning 18
4.3.2 DRAINMAX tunnel/12 18
4.3.3 Objectspecifieke berekening voor omstandigheden 19
4.4 Opbouwoverzicht bij verharde verkeersweg *19*
4.5 Draagvermogen gedurende de inbouw *20*
4.6 Geoverbindingsstof in de tunnelbodem *22*
4.7 Geotextiel *23*
5. Overzicht van de montagestappen **24**
6. Service **26**
6.1 Inspectie en onderhoud *26*
6.2 Referenties *27*
6.3 Garantie en productgarantie *27*
7. Contact informatie **268**

1. Inleiding

Infiltratie en vertraagde afvoer van regenwater staan de laatste jaren steeds meer in de belangstelling. Overstromingsrampen, dalend grondwaterniveau en overbelaste en verouderde afwateringssystemen leiden op veel plaatsen tot meer aandacht voor decentraal watermanagement.

Groeiend ecologisch bewustzijn voor het belang van natuurlijke infiltratie van regenwater en ook economische noodzaak hebben al aanleiding gegeven tot algemene wettelijke voorwaarden en aanpassingen gericht op decentraal hemelwaterbeheer. Als decentrale infiltratie niet mogelijk is wordt in veel gevallen tijdelijke opslag (retentie) van hemelwater noodzakelijk. Door een vertraagde afvoer wordt het aansluitende afwateringssysteem tegen overbelasting beschermd of kan het kleiner worden gedimensioneerd.

De voordelen van decentraal hemelwaterbeheer voor gemeenten zijn:

- geringere kosten voor overstromingsbescherming / vermijden van hoogwater
- geringere kosten bij de bouw of de sanering van afwateringssystemen en voor de waterzuivering.
- geringere kosten voor het bouwrijp maken van nieuwbouwgebieden
- bescherming van de grondwatervoorraad

Als producent ontwikkelde *INTEWA GmbH* het DRAINMAX® tunnelsysteem speciaal voor het infiltreren, vertraagd afvoeren en opslaan van hemelwater. Het ondergronds geplaatste tunnelsysteem minimaliseert de uitgaven voor de bouw en de exploitatie van hemelwatervoorzieningen. Door zijn flexibiliteit kan het DRAINMAX® tunnelsysteem als oplossing voor de hemelwaterafvoer van zowel kleine vrijstaande gebouwen als grote bedrijfscomplexen worden ingezet.

Deze handleiding dient als basis voor zowel de architect als de eindgebruiker. Als de beschreven inbouwrichtlijnen in acht genomen worden, is de duurzaamheid en veiligheid van de installatie gegarandeerd.

Deze handleiding stemt overeen met de huidige stand van de techniek, maar maakt echter geen aanspraak op volledigheid. Technische veranderingen zijn bovendien voorbehouden.

1.1 Toepassingsgebieden

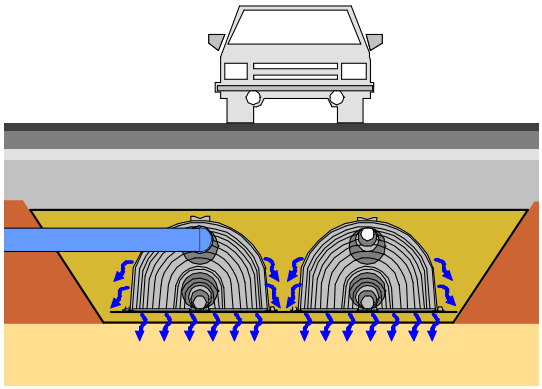
Het INTEWA DRAINMAX® tunnelsysteem is speciaal voor de onderaardse infiltratie, vertraagde afvoer en opslag van hemelwater ontwikkeld. Het systeem wordt zowel voor kleine ontwateringstaken als bij grote toepassingen in het bedrijfs- en industriegebied ingezet.

Inzet van het tunnelsysteem voor greppelinfiltratie

De hemelwaterinfiltratie maakt het infiltreren van hemelwater op de plaats van de neerslag mogelijk.

Voordelen van de infiltratie zijn o.a.:

- Het terugvoeren van hemelwater in de natuurlijke waterkringloop.
- Afkoppeling van het afwateringssysteem

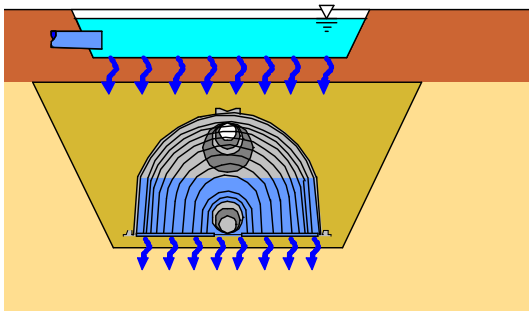


Afb. 1: Greppelinfiltratie

Inzet van het tunnelsysteem voor wadi-greppelinfiltratie

De combinatie van een wadi en greppelinfiltratie wordt in de regel uitgevoerd wanneer:

- Infiltratie via de zogenaamde levende bodemzone voorgeschreven is.
- De benodigde plaats voor een wadi moet worden geminimaliseerd.

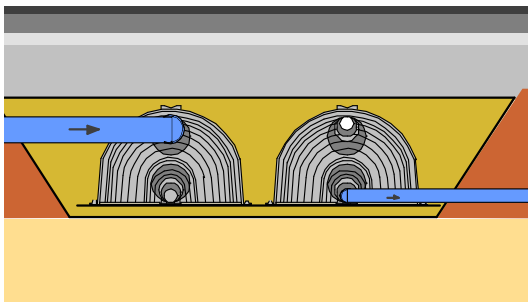


Afb. 2: Wadi-greppelinfiltratie

Inzet van het tunnelsysteem voor vertraagde afvoer van hemelwater

Bij de vertraagde afvoer wordt neerslag tijdelijk in het tunnelsysteem opgeslagen en via een speciale afvoerinrichting vertraagd naar het afwateringssysteem afgevoerd. Reden voor de vertraagde afvoer kunnen zijn:

- Aansluiting nieuwe verharde oppervlakken aan een bestaand afwateringssysteem.
- Gemeentelijke verplichtingen, wanneer bijv. de plaatselijke bodemsamenstelling geen infiltratie toelaat.
- Vermijding of vermindering van piekbelasting in de riolering bij stortbuien.



Afb. 3: Vertraagde afvoer regenwater

2. Productbeschrijving

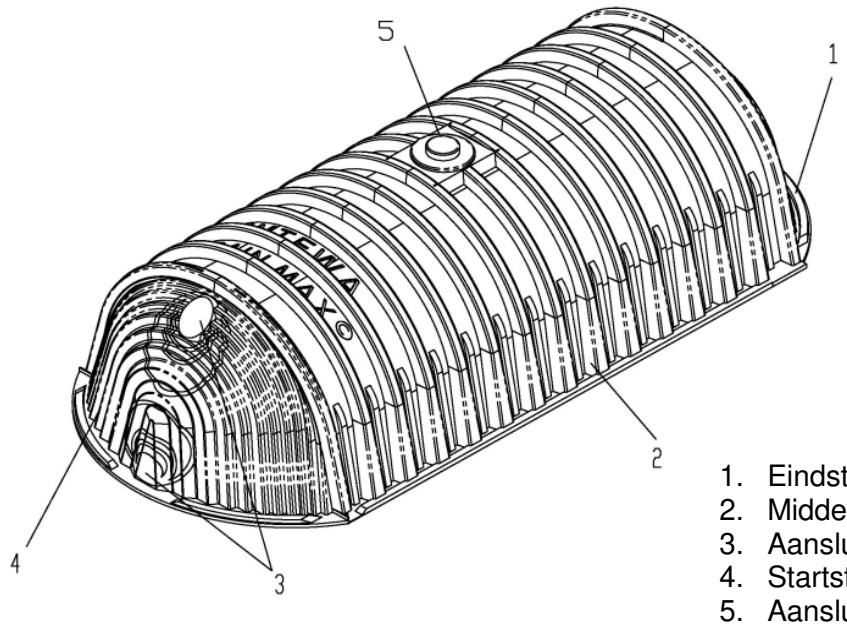
De INTEWA DRAINMAX® tunnelelementen zijn ontworpen voor plaatsing in de bodem. In het daarmee gerealiseerde onderaardse opslagreservoir wordt hemelwater geloosd om te worden geïnfiltreerd of tijdelijk te worden opgeslagen.

Door de gewelfgeometrie van de INTEWA DRAINMAX® tunnel worden aarde- en verkeersbelasten in de omgevende bodem opgeheven. Voorwaarde voor de belastbaarheid van het tunnellichaam in de bodem is zijdelingse aanvulling. Al naar aard van de aanvulling (grind of verdichtbaar bodemmateriaal) en de hoogte van de afdekking kunnen de DRAINMAX® tunnels bij verkeersbelasting met vrachtwagenverkeer tot SLW60 worden ingezet. Er kan een aardeafdekking van 50 tot 200 cm boven de tunnelelementen worden aangebracht (zie § 4.6).

Het hemelwater verdeelt zich gelijkmatig door de open binnenruimte van de tunnel en kan ongehinderd in het bed eronder infiltreren. Openingen aan beide zijden van de tunnel op twee hoogteniveaus zorgen ook voor zijdelingse infiltratie.

De INTEWA DRAINMAX® systeemelementen zijn:

- Startstuk (met 4 cm smalle verbindingsribben);
- Middentunnel (aan één kant met een 8 cm brede verbindingsrib, aan de andere zijde met een 4 cm smalle verbindingsrib);
- Eindstuk (met een 8 cm brede verbindingsrib).



1. Eindstuk DRAINMAX-T100E
2. Middentunnel DRAINMAX-T1600M
3. Aansluitmarkeringen
4. Startstuk DRAINMAX-T100S
5. Aansluiting voor ontluchting

Afb. 4 DRAINMAX tunnelelement

De INTEWA DRAINMAX® tunnelelementen worden met de hand in rijen gelegd. Bij parallel gelegde rijen moet een tussenafstand van 450 mm in acht genomen worden.

Door de in elkaar grijpende verbindingsribben worden, achtereenvolgens het startstuk, de middentunnelelementen en afsluitend het eindstuk tot een gesloten systeem in een rij

samengevoegd.

De aansluitbuizen voor watertoevoer en -afvoer evenals voor ontluchting vinden plaats aan de start- en eindstukken van een tunnelrij. In de onderste en bovenste zone zijn buisaansluitingen van Ø110 tot Ø315mm mogelijk.

De inbouw van de DRAINMAX® tunnelelementen moet in overeenstemming met de hierna beschreven inbouwrichtlijn uitgevoerd worden. De DRAINMAX® tunnelelementen zijn dan met betrekking tot hun materiaaleigenschappen en hun toepassingsbereik op een levensduur van 50 jaar berekend.

Daarvan afwijkende inbouwvarianten vereisen een separate statische berekening.

De elementen worden uit polyethyleen (HDPE) met een dieptrekproces vervaardigd. HDPE is bestand tegen chemicaliën en microörganismen en rot dus ook niet. De technische kunststof is bovendien 100% recyclebaar.

⚠ Veiligheidsvoorschriften

- De tunnelelementen zijn over het algemeen niet toegankelijk.
- Voor de inbouw moeten de navolgende inbouwrichtlijnen gevolgd worden.
- Pas na het aanbrengen van een verdichtte minimumafdekking mag met bouwplaatsvoertuigen over de tunnelelementen worden gereden.
- De specifieke planningsvoorschriften moeten in acht genomen worden.

2.1 Technische gegevens

	Middentunnel	Startstuk	Eindstuk
Artikelomschrijving	DM-T-1600-M/60 DM-T-1600-M/12	DM-T-100-S/60 DM-T-100-S/12	DM-T-100-E/60 DM-T-100-E/12
Lengte [mm]	2340	443	444
Breedte [mm]	1375	1375	1375
Hoogte (rib) [mm]	781	767	736
Hoogte (buisaansluiting) [mm]	805	--	--
Effectieve bruikbare lengte [mm]	2250	--	--
Belasting klasse DM-T/60: *(volgens* DIBt. Productie DIN-EN-ISO 9001)	SLW60	SLW60	SLW60
Belasting klasse DM-T/12: *(volgens* DIBt. Productie DIN-EN-ISO 9001)	SLW12	SLW12	SLW12
Gewicht [kg] DM-T-/60:	32	5,5	5,6
Gewicht [kg] DM-T-/12:	26	4,5	4,6
Materiaal	HDPE	HDPE	HDPE
Aansluitingen	1 x Ø110mm (bovenzijde)	Ø110-315mm	Ø110-315mm
Toel. tolerantie [%]	± 4	± 4	± 4
Toel. verwerkingstemperatuur	+2 tot + 30°C	+2 tot + 30°C	+2 tot + 30°C
Opslagvolume [m³]	1,6	0,1	0,1

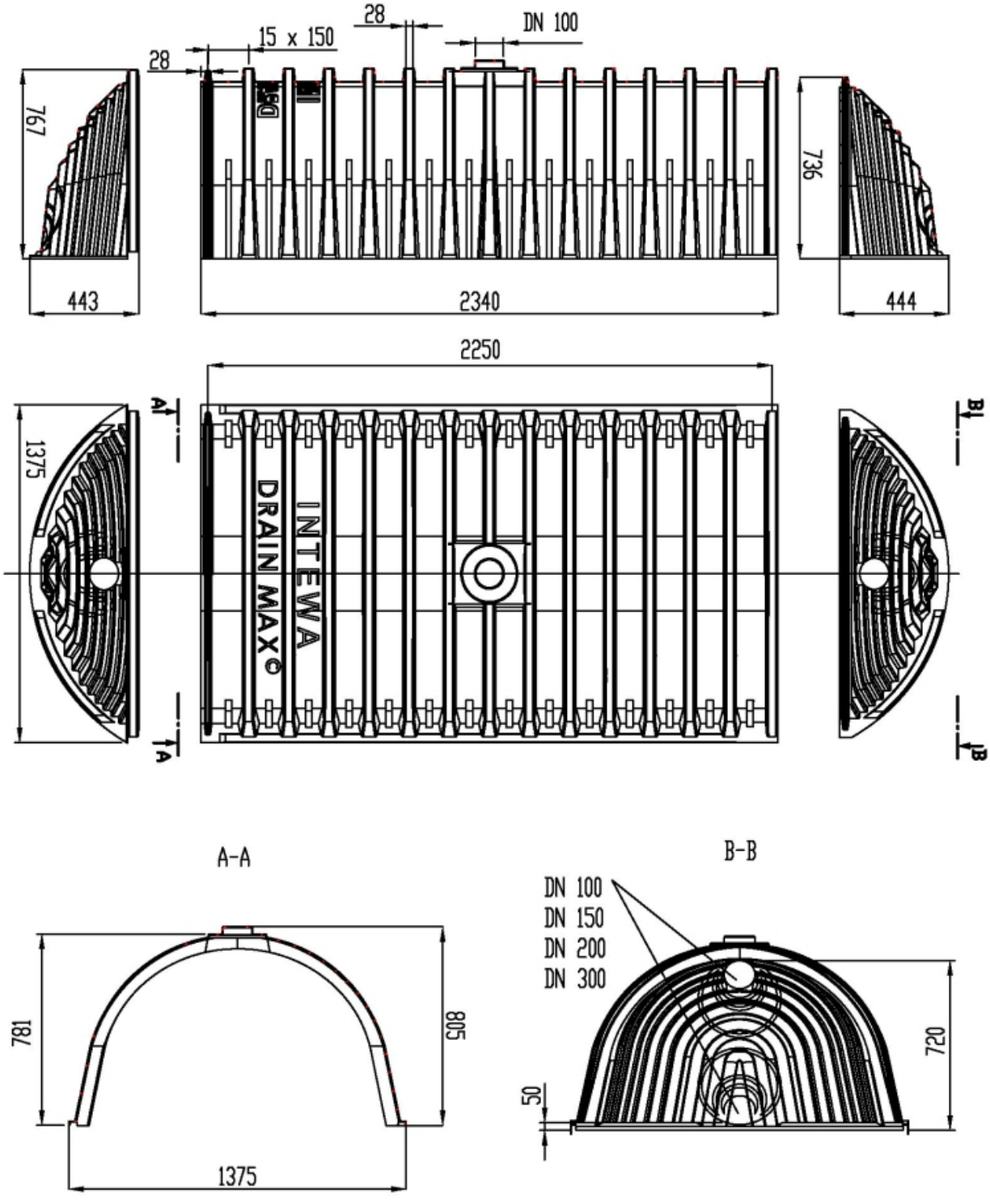
Tab. 1: Technische gegevens van de DRAINMAX®-tunnelelementen DM-T-/60 en DM-T-/12

Aanwijzing:

Voor een visuele identificatie van de verschillende tunnelontwerpen zijn deze gelabeld met de volgende kleuren:

- DM-T- /60 = groen
- DM-T- /12 = blauw

Afb 4a: Voorbeeld van een DRAINMAX Tunnel DM-T/60 als groen gelabeld



Afb. 5: Afmetingen van de DRAINMAX tunnelelementen verbinding markeringen

2.2 Transport en opslag

De DRAINMAX® tunnelelementen worden op pallets verpakt of bij kleine hoeveelheden als stukgoed op de bouwplaats geleverd. Op de bouwplaats moeten ze met de hand, met een vorktruck of andere hijshulpmiddelen worden afgeladen. De start- en eindstukken worden gewoonlijk onder de middentunnels liggend aangeleverd.

Afb. 6: Pallet transport van de tunnelelementen

Afb. 7: Opheffen van de tunnelelementen

Tussenopslag moet op speciale leveringspalletten gebeuren. Bij gevaar voor sterke wind moeten de opgestapelde tunnelelementen met gordels worden beveiligd.

De DRAINMAX® tunnels kunnen in de open lucht worden opgeslagen. Zij moeten dan echter wel tegen directe zonnestraling en warmteinwerking door een lichte, niet-lichtdoorlatende afdekking worden beschermd. De opslagtijd mag niet langer dan één jaar bedragen.

⚠ Opgelet

De tunnelelementen kunnen door ondeskundige behandeling beschadigd raken. Vooral bij koude weersomstandigheden moet een stootbelasting worden vermeden.

	Pallet	Vrachtwagen 40t met oplegger	45 FT HC Container (Zeevracht)
Afmetingen (L x B x H)	2,34 x 1,40 x 2,20 m	13,6 x 2,46 x 2,55 m	13,56 x 2,35 x 2,70 m
max. aantal stuks	20 tunnels = 1 pallet*	180 tunnels = 9 pallets	225 Tunnels = 9 pallets*
Laadgewicht bij max. aantal stuks (zonder eindstukken) DM-T-1600-M/60	690 kg	6210 kg	7650 kg
Laadgewicht bij max. aantal stuks (zonder eindstukken) DM-T-1600-M/12	540 kg	4860 kg	6030 kg
netto opslagvolume (zonder eindstukken)	32 m³	288 m³	360 m³

** Per pallet kunnen tegelijk max. 5 start- en 5 eindstukken meegeleverd worden*

Tab. 2: Transportafmetingen en gewichten

3. Berekening, planning en uitvoering van infiltratie- en retentieinstallaties

Kennis van plaatselijke, door experts onderzochte geologische en hydrologische omstandigheden is vereist. Vooral bij infiltratie-installaties moet de infiltratiecapaciteit in relatie tot de aard van de bodem, de grondwaterverhoudingen (ook het aspect van grondwaterverhoging als gevolg van de infiltratie) en de doorlatendheid en de stabiliteit van de bodem door een bodemexpert worden bepaald.

Voor de bouw van hemelwatersystemen moeten bovendien o.a. de volgende wettelijke regelingen en technische richtlijnen in acht genomen worden. Afwateringstechnische omstandigheden en bouwkundige beperkingen moeten bij de bevoegde instanties worden aangevraagd.

Wettelijke voorschriften	Technische richtlijnen
- EU-wet - Federale wet - Federale staatswet - Gemeenteraadsrecht	- Werkblad DWA-A 138 - ATV-DVWK-M 153 - DWA-A117, A118, A121, A128 - KOSTRA - Verschillende standaarden, incl. DIN4261-1, EN 752

Tab. 3: Overzicht van de wettelijke voorschriften en technische richtlijnen

Technische en constructiebeperkingen met betrekking tot drainage watertechnologie moeten worden geïnformeerd aan de verantwoordelijke autoriteiten.

3.1 Aanwijzingen voor de berekening

De berekening van de hemelwatersystemen bevat in de regel de onderstaande aangevoerde stappen in het productieproces:

- Inventarisatie en beoordeling van de aangesloten verharde oppervlaktes
- Berekening van de toestroming in het infiltratie- resp. vertraagd afvoersysteem
- Berekening van de infiltratieafvoer
- Iteratieve vaststelling van het noodzakelijke opslagvolume in relatie tot de plaatselijke neerslaggegevens en de overstromingsfrequentie
- Beoordeling en selectie van het meest economische systeemontwerp
- Vaststelling van de uitvoeringswijze: aantal tunnels en indeling, aard van het aanvulmateriaal
- Eventueel vaststellen van reinigingsmaatregelen, controle- en doorspuitputten, montagemateriaal enz.

INTEWA GmbH ondersteunt u graag bij de planning en berekening. Dit bevat ook ondersteuning met simulatiesoftware bij de hydraulische bewijsvoering.

3.2 Aanwijzingen voor de voorbehandeling van hemelwater

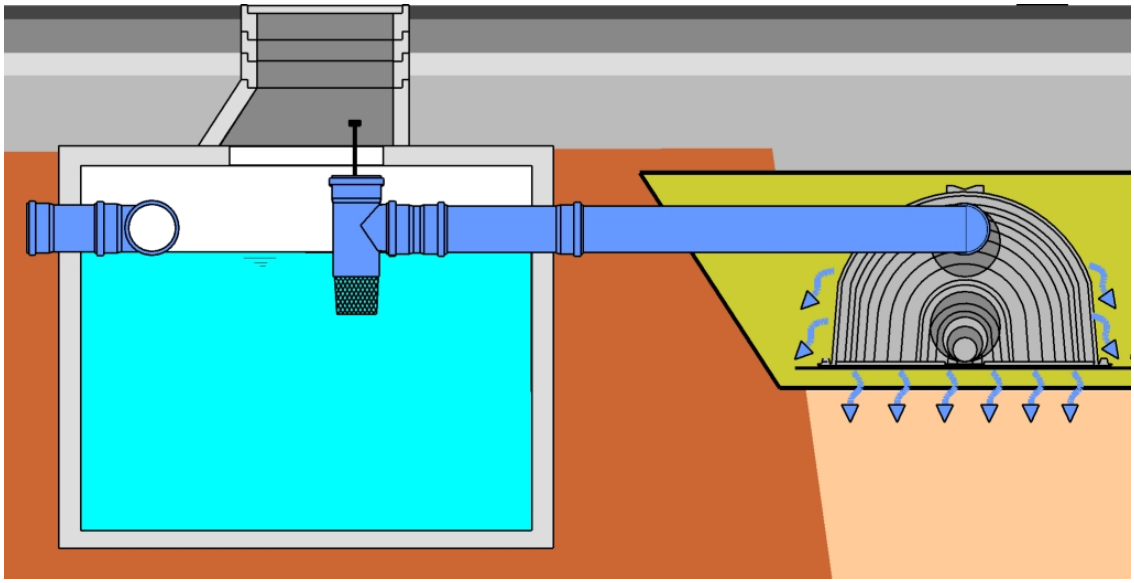
Het aangevoerde water naar het DRAINMAX systeem moet vooraf een voorziening passeren voor bezinking en filtering, om een goede werking van het infiltratiesysteem of de vertraagde afvoer landurig te garanderen.

Regelmatige inspecties, onderhoud en reiniging van deze voorbehandeling garanderen een storingsvrij gebruik van het tunnelsysteem, zowel wat betreft een gelijkblijvend infiltratievermogen als de bescherming van de afvoerklep bij het vertraagd afvoeren.

Bij infiltratiesystemen moet de dimensionering en keuze van de watervoorbehandeling bovendien afgestemd worden op de te verwachten stofconcentraties en het daarmee eventueel gepaard gaande potentiële risico voor het grondwater.

Met behulp van eenvoudige evaluatiemethodes kan de belasting van ondergronds en bovengronds water door hemelwater van dakvlakken en verkeerswegen kwalitatief en kwantitatief bepaald worden. Met behulp van eenvoudige evaluatiemethoden door regenwater van daken en verkeerzones. (De bijlage A tot en met C van de ATV-M153 is voorzien van een volledige en gedetailleerde beoordeling voor de maatregelen voor voorreiniging.)

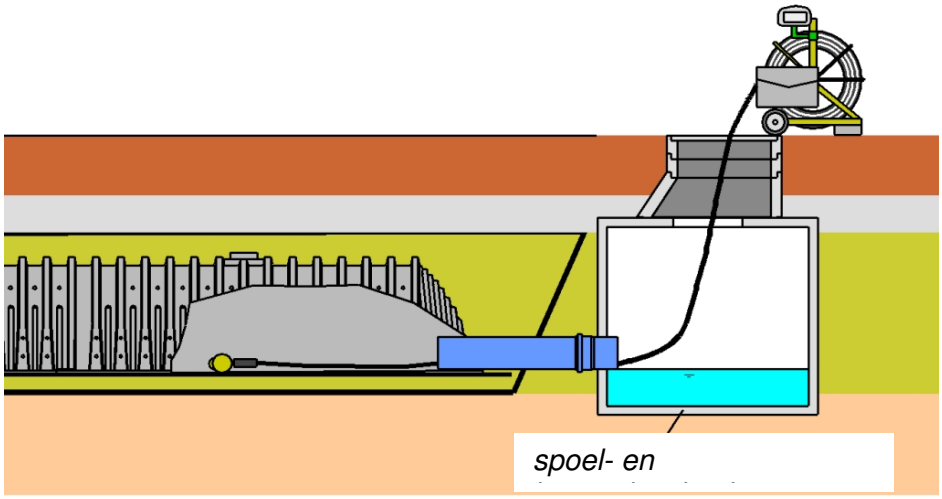
Al naar het resultaat kunnen verschillende maatregelen voor hemelwaterbehandeling worden genomen, om een toereikende waterbescherming te garanderen. INTEWA GmbH ondersteunt u graag bij de planning en de berekening.



Afb. 8: Voorbeeld: Sedimentatie- en filterschacht voor het reinigen van regenwater

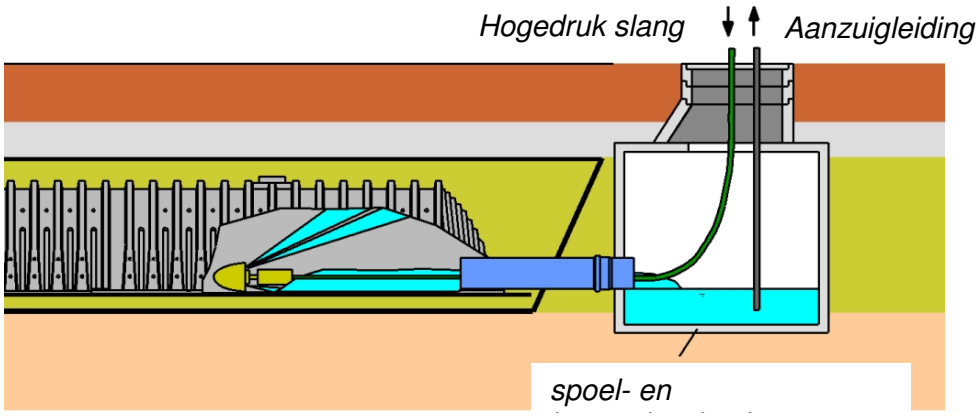
3.3 Richtlijnen voor inspectie en reiniging

Door de volledig open halve-schaalgeometrie van de tunnelelementen kan het systeem volledig worden geïnspecteerd en, indien noodzakelijk, ook gereinigd worden. Daartoe is aansluiting van een zgn. spoeltunnelrij op een controle- en doorspuitput vereist. Hierlangs kunnen camera's of reinigingssproeiers in het systeem worden gebracht en kan vuil uit het systeem worden verwijd



Afb. 9: Camera-inspectie via de controleschacht

Met een goed gedimensioneerde voorbehandeling is een regelmatige reiniging van het greppelsysteem normaliter niet nodig. In principe wordt een reiniging alleen uitgevoerd wanneer uit inspectie blijkt dat zich te veel sediment heeft afgezet of wanneer het infiltratievermogen aanmerkelijk verminderd is.



Afb. 10: Reiniging en slibafzuiging via de doorspoel- en controleschacht

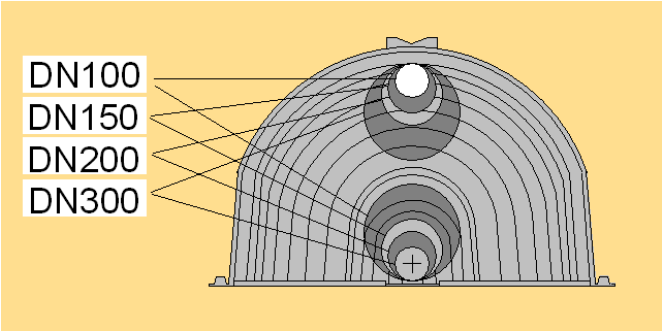
Vervolgens wordt de bodem van de tunnel gereinigd met behulp van een rioolrat met achterwaartse kegelstraal die in de tunnelrij wordt ingezet. De achterwaartse straal van de rioolrat is gericht naar de spoel- en inspectieput in de spoeltunnel. De achterwaartse straal van de rioolrat reinigt de sedimentatie die is neergezet op de bodem van de spoelput en de inspectiekamer, waarvan het vuile water dat in de inspectieschacht komt wordt aangezogen door een zuigslang. Verschillende reinigings- en spoelcycli zijn mogelijk vereist afhankelijk van het vuil in de tunnel.

Afb. 11: Rioolrat met achterwaartse kegelstraal

Afb. 12: Rioolrat bij reinigingsproces

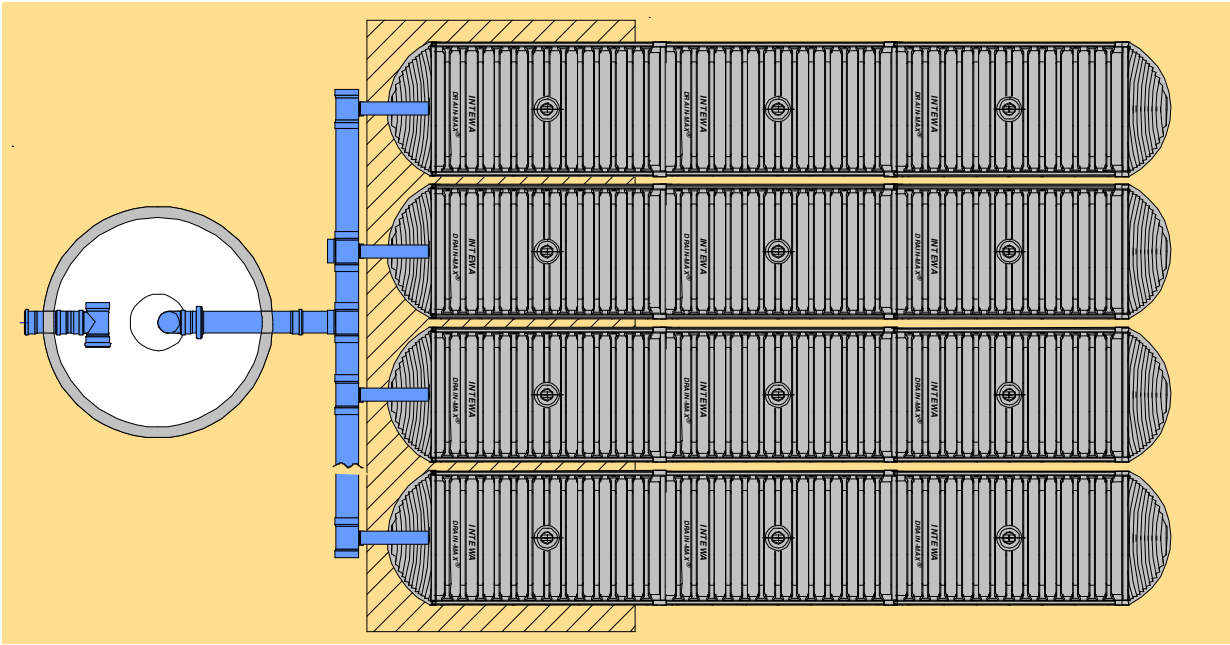
3.4 Richtlijnen voor buizenwerk en ventilatiesysteem

Buisaansluitingen gebeuren volgens plan aan de kopzijde van de tunnel aan de start- en eindstukken. Buisaansluitingsmarkeringen aan de eindstukken maken het uitsnijden op de bouwplaats mogelijk met behulp van een decoupeerzaag. De toe- en afvoerleiding van het hemelwater kan daarmee naar keuze ter hoogte van de tunnelrug of de -bodem gebeuren.



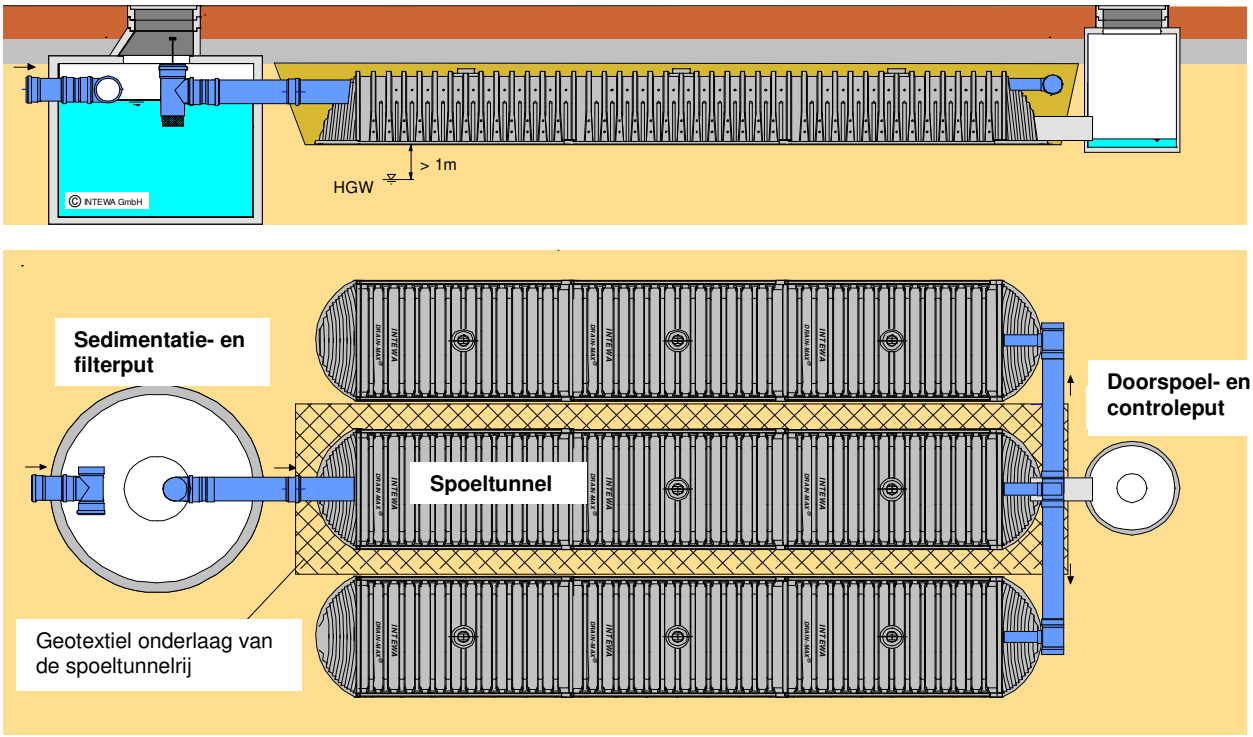
Afb. 13: Aansluitmarkeringen van het start- en eindstuk (DN100=Ø110mm; DN150=Ø160mm; DN200=Ø200mm; DN300=Ø315m)

De toevoer in iedere tunnelrij gebeurt gewoonlijk door aansluiting met buizen aan de sedimentatie- en filterput. Bij meerdere rijen wordt de aanvoer gelijkmatig over alle tunnelrijen verdeeld.



Afb.14: Voorbeeld voor het aansluitbuizenwerk aan de voorgeschakelde sedimentatie- en filterschacht

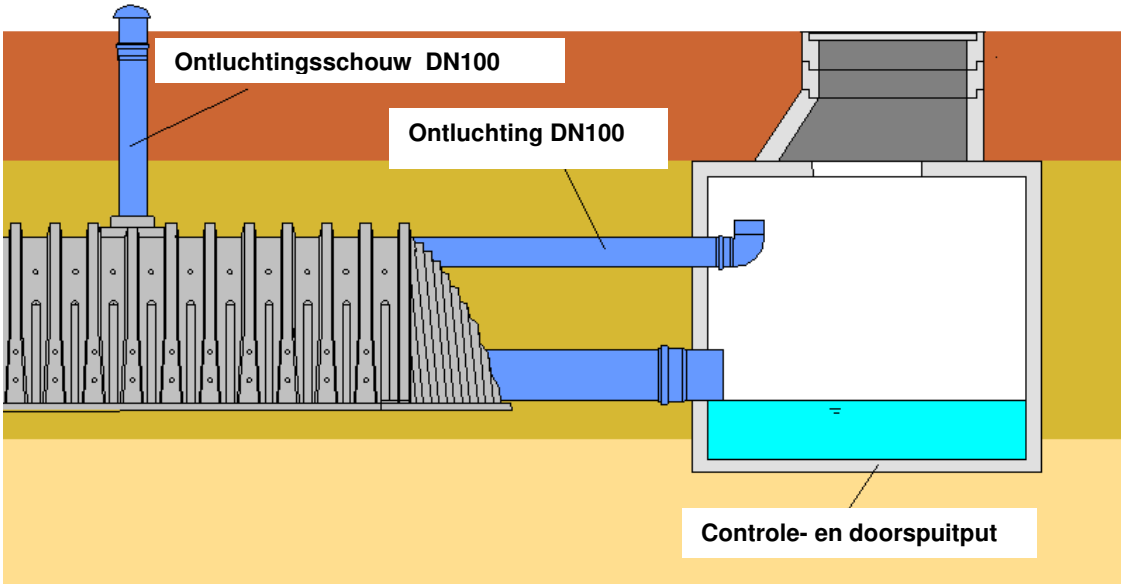
Wordt een spoeltunnel gebruikt, dan moet de waterverdeling naar de parallelle tunnelrijen aan het einde van de spoeltunnelrij aangebracht worden.



Afb.15: Voorbeeld voor de toevoeraansluiting van de parallelle tunnelrijen bij gebruik van een spoeltunnel

Door aan- en afvoer van regewater in resp. uit het tunnelsysteem ontstaan luchtdrukschommelingen in het systeem, die door ontluchting moeten worden gecompenseerd. De ontluchtingsdimensionering wordt berekend uit het maximale aanvoerdebiet. Per aanvoerdebiet van 20 L/s moet een ontluchtingsaansluiting Ø110mm worden voorzien.

De ontluchting aan de tunnel gebeurt in het midden van het tunnelelement of aan het bovenste eindstuk. De afvoer van de lucht naar buiten gebeurt via een schouwkap resp. via een geventileerde schacht (bijv. via de sedimentatieschacht of de controle- en doorspuitput).



Afb. 16: Voorbeeld voor ontluchtingsmogelijkheden

4. Inbouwrichtlijn

De vakkundige inbouw van de tunnelelementen is vereist voor een goede functie en duurzaamheid van het gehele systeem. Dit betreft alle bouwfases van het vlakmaken van de ondergrond, het aanvullen tot en met de afdekking van het tunnelsysteem.

4.1 Draag- en egalisatielaag

Voor de stabiliteit van het tunnelsysteem is een afdoende draagvermogen van de funderingsbodem absoluut noodzakelijk. Als kennis van het draagvermogen van de bodem ontbreekt of als er twijfel over bestaat is een afzonderlijk onderzoek door een bodemkundige noodzakelijk. Is het draagvermogen van de ondergrond niet voldoende, dan kan eventueel het noodzakelijke draagvermogen tot stand gebracht worden door bijkomende maatregelen (bijv. grind, geotextielonderlaag enz.).
Als draaglaag kan niet-bindend, verdichtbaar bodemmateriaal tot grind met een korrelgrootte van 16/32 mm worden gebruikt. Het aanzetvlak van de tunnels moet een draagvermogen van minstens $E_{v2} \geq 45$ MN/m² hebben.

Bij infiltratietoepassingen moet de doorlatendheid van de verdichte ondergrond tenminste met de waarden volgens de voorschriften van het ontwerp overeenstemmen.

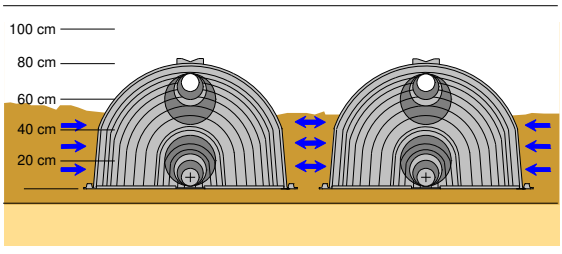
4.2 Aanvulmaterialen en aanvullen van het tunnelsysteem

Het tunnelsysteem kan met niet-gebonden en verdichtbare bodemmaterialen of grind 16/32 mm aangevuld worden. Bij infiltratie moet bovendien het infiltratievermogen van het bodemmateriaal in acht genomen worden.

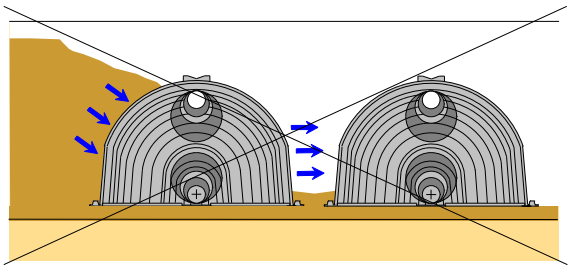
⚠ Opgelet

Onafhankelijk van het aanvulmateriaal moet het aanvullen altijd gelijkmatig en aan weerskanten in lagen van 20 cm gebeuren.

Het eenzijdig aanvullen is niet toelaatbaar, omdat dit een vervorming van de tunnelstructuur veroorzaakt en het draagvermogen van het systeem vermindert.



Afb. 17: gelijkmatige aanvulling in lagen



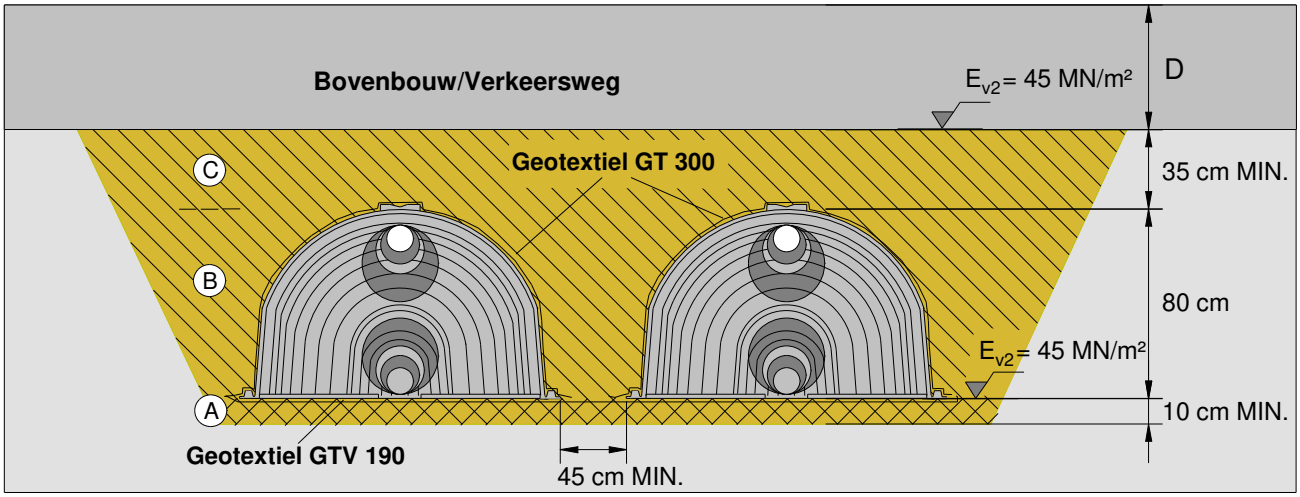
ontoelaatbaar, eenzijdig aanvullen

4.2.1 Aanvullen met niet-bindend materiaal

Moet het aanvullen met niet-gebonden en verdichtbaar aanvulmateriaal gebeuren, dan moeten de tunnelelementen met een geotextiel GRK 5 (INTEWA GT 300) omhuld worden. Dit verhindert het indringen van fijne deeltjes in het infiltratiesysteem.

De minimumafdekking boven de tunnel is minstens 35 cm. Hiermee wordt het voor de bovenbouw noodzakelijke draagvermogenvoorschrift van $E_{V2} = 45 MN/m^2$ gerealiseerd in overeenstemming met RSTO 01.

Het zijdelings en boven aanvullen gebeurt laagsgewijs met max. dikte van 20 cm en met de voorgeschreven verdichting. Onder verkeerswegen moeten de verdichtingseisen van ZTV E-StB 09 in acht genomen worden.



Aanwijzing: De toelaatbare minimum- en maximumhoogte D is afhankelijk van inbouwsituatie en verkeersbelasting (zie.hoofdstuk 4.3)

Afb. 18: Aanvullen met niet-bindend, verdichtbaar bodemmateriaal

Het toelaatbare aanvulmateriaal evenals het noodzakelijke draagvermogen van de opbouwlagen zijn uit de onderstaande tabel af te leiden.

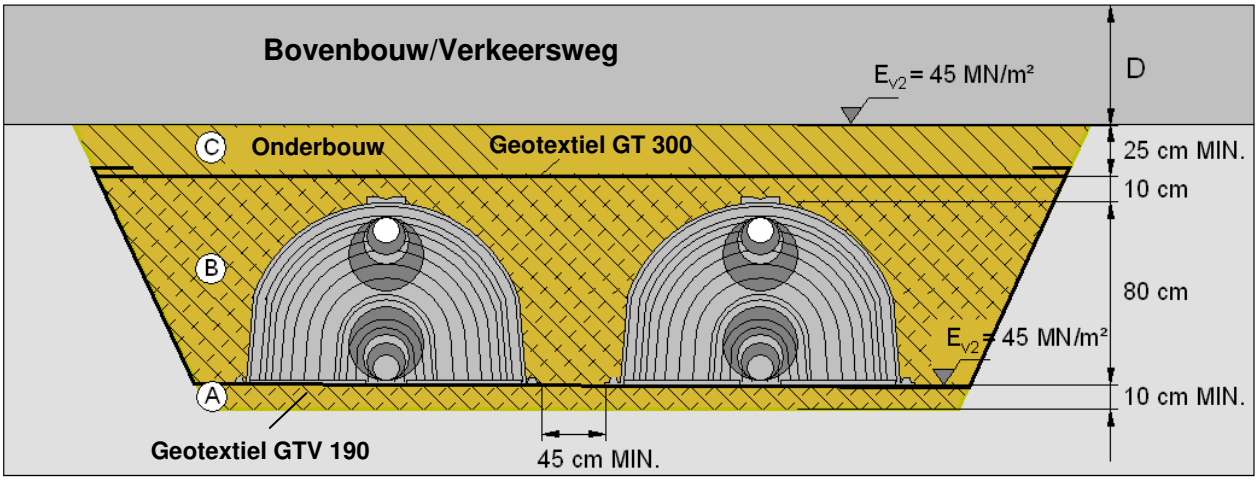
Opbouwlaag		Materiaal	Verdichting / draagvermogen
A, C	Draag- en egalisatielaag	Niet-bindend verdichtbaar materiaal uit bodemklasse 3 en 4 volgens DIN18300,	$D_{pr} \geq 97\%$ min. $E_{V2} = 45 MN/m^2$
B	zijdelingse tunnelaanvulling	Niet-bindend verdichtbaar materiaal uit bodemklasse 3 en 4 volgens DIN18300,, (verdichting van elke laag van 20 cm)	$D_{pr} \geq 97\%$
C	Tunnelafdekking (≥ 35 cm)	Niet-bindend verdichtbaar materiaal uit bodemklasse 3 en 4 volgens DIN18300, (verdichting van elke laag van 20 cm)	$D_{pr} \geq 97\%$ min. E_{V2}= 45MN/m²

Tab. 4: Opbouwlagen en aanvulmateriaal bij het vullen met niet-bindend materiaal

4.2.2 Aanvullen met grind 16/32 mm

Het aanvullen met grind is een inbouwvariant, waarbij het holle ruimte aandeel van de grind aanvullend infiltratievolume oplevert.

Bij het aanvullen moeten voorschriften voor het aanbrengen van geotextiel en het realiseren van het nodige draagvermogen in acht genomen worden. Voor het behalen van het noodzakelijke draagvermogen van $E_{V2} = 45$ MN/m² moet bovenop de tunnelafdekking met 10 cm grind een verdichte laag van minstens 25 cm met niet-bindend en verdichtbaar materiaal laagsgewijs worden aangebracht.
Met grind 16/32 mm is de directe afdekking van de tunnelrijen met geotextiel niet noodzakelijk. Om het binnendringen van de omgevende aarde in de grindbedding te voorkomen, is een afscheiding met behulp van geotextiel rondom noodzakelijk.



Noot: de toelaatbare minimum en maximum bovenbouwhoogte D is afhankelijk van de inbouwsituatie en verkeersbelasting (zie hoofdstuk 4.3)

Afb. 19: Opbouwlagen bij het aanvullen met grind 16/32 mm

Het toelaatbare aanvulmateriaal evenals de noodzakelijke draagvermogens van de opbouwlagen zijn uit de onderstaande tabel af te leiden.

Opbouwlaag		Aanvulmateriaal	Verdichting/draagvermogen
A	Draag- en egalisatielaag	Niet-bindend, verdichtbaar materiaal uit bodemklasse 3 en 4 volgens DIN18300,	$D_{pr} \geq 97\%$ min. E_{V2} = 45MN/m²
B	Zijdelings aanvullen en tunnelafdekking (≥ 10 cm)	gebroken materiaal korrelgrootte 16/32 mm	$D_{pr} \geq 97\%$
C	Tunnelafdekking (≥ 25 cm)	Niet-bindend, verdichtbaar materiaal uit bodemklasse 3 en 4 volgens DIN18300,	$D_{pr} \geq 97\%$ min. E_{V2} = 45MN/m²
C*	Tunnelafdekking	*Bij onverharde zones zonder verkeersbelasting.* *(zoals infiltratie van de put – greppel)* Bodem met doorlatendheidseisen volgens DWA-A138 $K_f >= 1 \times 10^{-4}$ m/s	Verdichtingsarme inbouw max. D_{pr} =92%

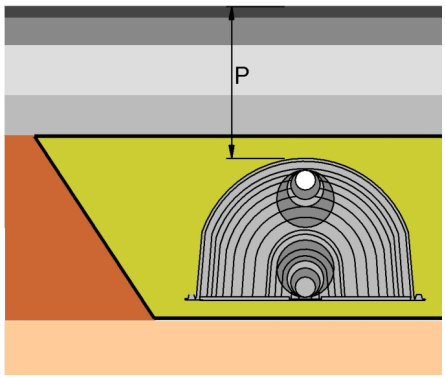
Tab.5: Opbouwlagen bij tunnelaanvulling met grind 16/32

4.3 Afdekking en draagvermogen van het tunnelsysteem

Het draagvermogen van het ingebouwde tunnelsysteem is, naast het draagvermogen van het bodemvlak, afhankelijk van de zijdelingse insluiting en de afdekhoogte P boven de tunnelrug.

Hoe beter de verdichting des te beter is de krachtoverdracht. Hoe groter de verkeersbelasting, des te groter moet de lastverdeling door een aangepaste verharde opbouw hoogte zijn.

Afhankelijk van het statische belastingstype en de verkeersbelasting moeten de onderstaand aangegeven deklagen (P) boven de tunnelrug in acht genomen worden, ongeacht de aard van de bovenbouw en van de verkeersweg.



Afb. 20: Totale afdekking P

4.3.1 DRAINMAX tunnel/60 met DIBt-erkenning

Inbouwsituatie / verkeersbelasting	**maximale aslast**	**maximale afdekking P**
Begaanbaar, onverharde weg	--	0,50[1] – 3,00 m
Vrachtwagen 12 t (vervangbelasting = 6,7 kN/m²) onverharde weg	8,0 t	0,50[1,2] - 2,75 m
SLW 30 (vervangbelasting = 16,7 kN/m²) verharde weg	13,0 t	1,00 – 2,00 m
SLW 60 (vervangbelasting = 33,4 kN/m²) verharde weg	20,0 t	1,00 – 1,65 m

[1] *Alleen geldig wanneer de inbouwdiepte vorstvrij blijkt te zijn.*
[2] *Bij onverharde vlakken moet spoorvorming in aanmerking genomen worden. De minimum totale afdekking moet in acht genomen worden!*

Tab. 6: Overzicht van de toelaatbare totale afdekking (verkeersbelastingen volgens DIN 1072)

4.3.2 DRAINMAX tunnel/12

Inbouwsituatie / verkeersbelasting	**maximale aslast**	**maximale afdekking P**
Begaanbaar, onverhard vlak	--	0,50[1] – 2,25 m
Vrachtwagen 12 t (vervangbelasting = 6,7 kN/m²) onverhard vlak	8,0 t	0,80[1,2] - 1,5 m

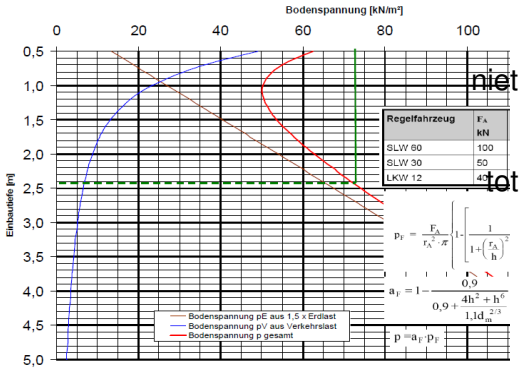
[1] *Alleen geldig wanneer de inbouwdiepte vorstvrij blijkt te zijn.*
[2] *Bij onverharde vlakken moet spoorvorming in aanmerking genomen worden. De minimum totale afdekking moet gerespecteerd worden!*

Tab. 6b: Overzicht van de toelaatbare totale afdekking (verkeersbelastingen volgens DIN 1072) bij speciale vervaardiging

4.3.3 Objectspecifieke berekening voor omstandigheden

Deze toepassingsrichtlijn beschrijft de aangegeven gestandaardiseerde inbouwvoorwaarden. Daarvan afwijkende inbouw- en randvoorwaarden worden door dit bestek gedekt.

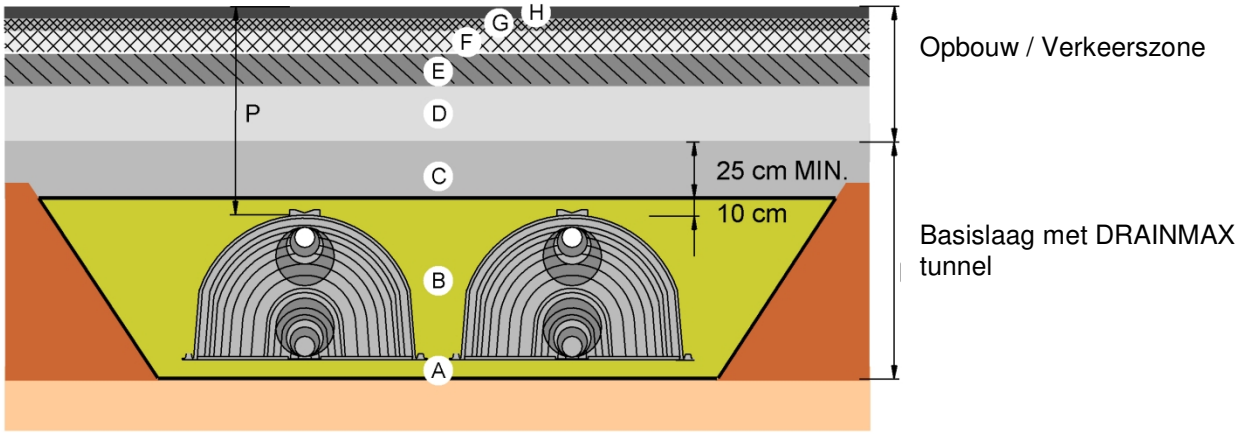
INTEWA GmbH adviseert u graag met betrekking een project 3D-FEM-simulatie met een specifiek typebestek.



Afb.21: Vaststelling van de inbouwdiepte

4.4 Opbouwoverzicht bij verharde verkeerszones volgens RStO 01

De DRAINMAX® tunnel is voor de inbouw onder parkeerzones incl. zwaar verkeer toelaatbaar. De verkeersweg kan in asfalt, beton of plaveisel worden uitgevoerd. De verdeling in opbouwlagen wordt qua aard en dikte bepaald door de bouwklasse (aard van de verkeersbelasting) en de wegverharding. Het draagvermogen van de opbouwlagen wordt door ingedeelde vervormingsmodulen E_{V2} bepaald.



Afb 23: Voorbeeld voor onderbouw / bovenbouw met bitumineus dek

A = Draagkrachtige vlakke ondergrond
B = Aanvulling bijv. met grind 16/32 mm
C = Tunnelafdekking (45 MN/m²)
D = Vorstwerende laag (45 MN/m²)
E = Grindfunderingslaag (120 MN/m²)
F = Bitumineuze funderingslaag (150 MN/m²)
G = Bindlaag
H = Deklaag
P = Totale overdekking

4.5 Draagvermogen gedurende de inbouw

De open halve schaalstructuur is zonder zijdelingse en bovenvulling statisch onbepaald. Vervormingen door te hoge inbouwbelastung moeten daarom worden vermeden. Het rechtstreeks rijden op de tunnelelementen met bouwvoertuigen of met trilplaten niet toegelaten.

Hoogteopgave aanzetvlak of tunnelrug	**Trilplaten**	
0 tot 50 cm boven grondvlak	**(1)** Trilplaat: Bedrijfsgewicht: Plaatafmeting: Trilkracht: Trilfrequentie:	 ca. max.100 kg 380 mm x 500 mm 12 kN 85Hz
50 tot 120 cm boven grondvlak	**(2)** Trilplaat: Bedrijfsgewicht: Plaatbreedte: Specifieke druk: Trilkracht: Trilfrequentie:	 ca. 255 kg 600 mm x 800 mm 0.86 sinds N/cm² 35 kN 80Hz
vanaf 40 cm boven tunnelrug	**(3)** bijv. trilplaat: Bedrijfsgewicht: Plaatbreedte: Trilkracht: Trilfrequentie:	 ca. 400 kg 450 mm 59 kN 65Hz
vanaf 80 cm boven tunnelrug	**(4)** bijv. trilplaat: Bedrijfsgewicht: Plaatbreedte: Trilkracht: Trilfrequentie:	 ca. 760 kg 700 mm 100 kN 56Hz

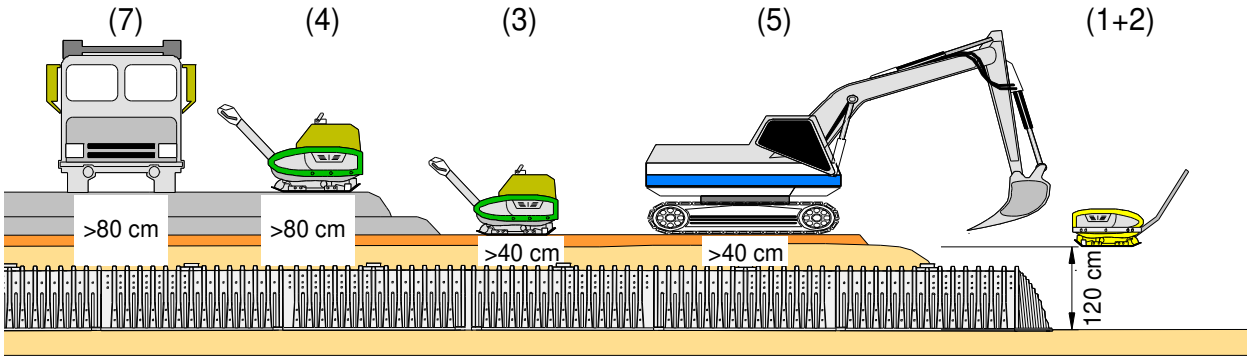
Tab. 7: Trilplaten voor de zijdelingse en bovenaanvulling

⚠ Opgelet

De verdichting mag slechts met vlakwerkende trilplaten gebeuren. Trilstampers en zware trilwalsen mogen niet gebruikt worden!

Hoogteopgave boven tunnelrug	**Bouwvoertuigen**
vanaf 40 cm verdichte afdekking boven tunnelrug	**(5)** Rupsgraafmachine - totaalgewicht max. 20 t - vervangbelasting < 5 KN/m²
vanaf 60 cm verdichte afdekking boven tunnelrug	**(6)** Wielvoertuig - met max. wieldruk van 4 t, die ook bij het storten niet mag worden overschreden - vervangbelasting max. 6,7 KN/m²
vanaf 80 cm verdichte afdekking boven tunnelrug	**(7)** Wielvoertuig - met max. wieldruk van 6,5 t, die ook bij het storten niet mogen worden overschreden - vervangbelasting max. 16,7 KN/m²

Tab. 8: Toelaatbare bouwmachines- en voertuigbelastingen bij de tunnelinbouw



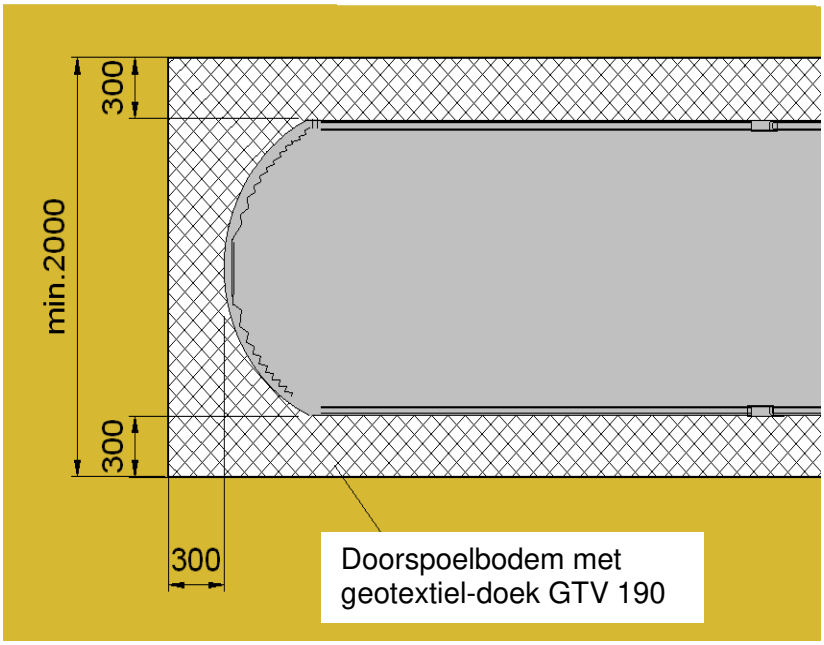
Afb. 24: Overzicht van de trilplaten, bouwmachines en voertuigen

4.6 Geoverbindingsstof in de tunnelbodem

Voor toepassingen waarbij een reiniging van de tunnelbodem mogelijk moet zijn, wordt onder de tunnel de INTEWA geoverbindingsstof GTV 190 gelegd.

Dit maakt later de efficiënte reiniging van aangevoerd sediment op de tunnelbodem mogelijk. Het samengestelde textiel heeft een vliesstof- en een weefselzijde. De weefselzijde wordt naar boven gelegd. De spoeltunnelrijen worden op de weefselzijde gelegd. De zijdelingse opvulling van het tunnelsysteem met fijn materiaal of grind gebeurt zoals beschreven.

Binnenin de spoeltunnel moet het geotextieldoek in één baan gelegd worden. Overlappingen zijn niet toegelaten. Zijdelings moet het geotextiel minstens 300 mm uitsteken, om voldoende door de aarde vastgehouden te worden. Aangrenzende tunnels moeten minstens op deze afstand aangelgd worden.



Afb. 25: Geotextiel op de bodem van de spoeltunnel

Het geotextiel moet aan de volgende eisen voldoen:

Minimumbreedte:	2 m
Stempeldoordrukkracht:	>3960 N, volgens EN ISO 12236
Max. trekkracht in de lengte / dwars:	40 / 40 kN/m volgens EN ISO 10319
Max. trekkracht-rek in de lengte/dwars:	10 / 8%
Breedte van de openingen:	0,2 mm
Waterdoorlatendheid VI_{H50}:	29 l/sm²

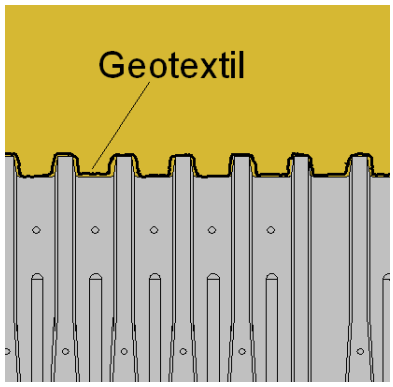
4.7 Geotextiel afdekking

Geotextiel moet altijd toegepast worden om het binnendringen van fijne stofdeeltjes in de tunnel tegen te gaan.

Bij aanvulling met los gestort materiaal moeten de tunnels direct met INTEWA geotextiel GT 300 worden afgedekt. Het textiel moet met overlengte op de tunnelrijen worden gelegd, zodat het de ribstructuur kan volgen en zich bij het aanvullen met aarde volledig tegen de ribstructuur kan aandrukken. Holle ruimtes mogen niet met geotextiel worden overspannen.

Voor de directe tunnelafdekking moet het geotextiel een minimumbreedte van 2,5 m hebben.

Bij het aanvullen van de tunnel met grind 16/32mm is geen directe geotextielafdekking van de tunnelrijen noodzakelijk. Hier wordt geotextiel als scheidingslaag met de omgevende aarde ingezet.



Afb. 26: Geotextielafdekking van de ribstructuur

De tunnelbodem wordt over het algemeen altijd met geotextiel afgedekt.

Als buizen door het textiel gevoerd worden, dan moet het textiel op de desbetreffende plaats opzettelijk te klein worden uitgesneden, zodat de buis strak door de uitsnijding kan worden gevoerd. Overlappingen moeten met minstens 50 cm groot zijn.

Het gebruikte geotextiel moet met de volgende eisen voldoen:

Geotextielrobuustheidsklasse:	GRK 5
Minimumbreedte:	2,5 m
Stempeldoordrukkracht:	3500 N, volgens EN ISO 12236
Max. trekkracht in de lengte/dwars:	24 / 28 kN/m volgens EN ISO 10319
max. rek in de lengte/dwars:	70 / 80%
Openingen:	< 0,06 mm
Waterdoorlatendheid:	36 l/sm²

5. Overzicht van de montagestappen

Bouwput en vlakke ondergrond

De bouwput moet volgens de plannen worden gemaakt. Hierbij dienen de DIN 18300, DIN 4124 en indien nodig DIN 4123 geobserveerd worden.

- Zorg voor een horizontale, effen en belastbare ondergrond (bij infiltratietoepassingen moet de doorlatendheid van de verdichte ondergrond voldoen aan de voorschriften in het bestek.)
- Bij gebruik van grind 16/32 mm als vulmateriaal wordt een geotextielscheidingslaag op de vlakke ondergrond en op de bouwputrand gelegd. Bij niet-bindend vulmateriaal moet de tunnel zelf aan alle zijden met geotextiel omhuld zijn.
- Onder de spoeltunnelrij wordt het geotextield gelegd.
- De aanleg van de vlakke ondergrond wordt met de controle van het draagvermogen, overeenstemmend met de voorschriften in het bestek, afgesloten.

Afb. 26: Uitgraven van de bouwput

Afb. 27: dyn. plaatdrukproef op vlakke ondergrond

Leggen van de tunnelelementen en bouw van de buisaansluitingen

Alvorens de tunnels worden gelegd, moeten de toevoeren en controleschachten op de geplande positie en hoogte worden geplaatst en moet de zone onder de aanvoerleidingen met geotextiel versterkt worden.

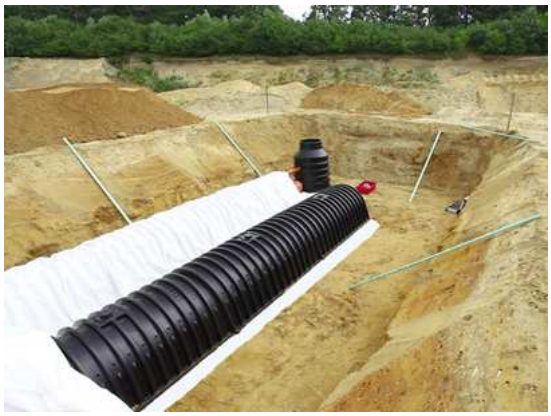
- In rijen leggen van de DRAINMAX® tunnelelementen op de voorbereide, met geotextiel afgedekte vlakke ondergrond.
- Uitgaand van de toevoerschacht wordt beginnend met het startstuk de eerste tunnelrij gelegd. De elementen worden overlappend met elkaar verbonden. Het eindstuk sluit de tunnelrij. Daarna wordt de volgende rij parallel aangelegd op de afstand aangegeven in het bestek.

Afb. 28: Geotextiel op de bodem

Afb. 29: Aansluiting aan de toevoerschacht

Afb. 30: Verbinding door middel van overlappende, in elkaar grijpende, verbindingsribben van twee tunnelelementen

- Tunnelrij met geotextiel afdekken en zo positioneren, dat het textiel kan aansluiten met de ribstuktuur bij afdekking met aarde. Holtes, afgedekt door strakgespannen textiel, moeten worden vermeden. (Bij gebruik van grind 16/32 moet de tunnelrij niet rechtstreeks worden afgedekt.)
- Uitstekend geotextiel aanaarden zodat het vast zit.



Afb. 31: Afdekking met geotextiel

Zijdelings aanaarden van de tunnelelementen

De zijdelingse en bovenaanvulling van de tunnelelementen gebeurt beiderzijds met geschikt vulmateriaal in gelijkmatige lagen van maximaal 20 cm.

- Overal gelijkmatig verdichten van de aanvul-materialen beginnend met een lichte trilplaat. Met toenemende hoogte kan een zwaardere trilplaat worden gebruikt (zie hoofdstuk 4.4).

Afb. 32: Aanaarden van het geotextiel voor fixering

Afdekking van de tunnelelementen

Met de afdekking van de tunnelelementen wordt het draagvermogen voor de aansluitende wegenbovenbouw tot stand gebracht.

- Aanvulmateriaal met gemengde fijnheid wordt laagsgewijs over de tunnelrug verdicht tot het voorgeschreven draagvermogen bereikt is.
- Bij gebruik van grind wordt hiermee tot 10cm boven de tunnelrug aangevuld en met een laag geotextiel tot aan de zijkanten vlak afgedekt. Het geotextiel wordt vooraf aan alle zijden naar binnen geslagen (overlapping minstens 50 cm). Met niet-bindend, verdichtbaar bodemmateriaal words laagsgewijs verder aangevuld en verdicht, tot het voorgeschreven draagvermogen van 45 kN/m² wordt bereikt.

Afb. 33: Verdichten met kleine trilplaat tussen de tunnelrijen

Bovenbouw voor verharde wegen

Afsluitend wordt de bovenbouw voor de wegen volgens plan tot stand gebracht.

Afb. 34: afdekking van de tunnelelementen

6. Service

6.1 Inspectie en onderhoud

De voorgeplaatste sedimentatie- en filterputten moeten regelmatig onderhouden en gereinigd worden. Voor de INTEWA sedimentatie- en filterputten vindt u gegevens voor het onderhoud bij www.intewa.de.

Een voordeel van het DRAINMAX® tunnelsysteem is de open holle structuur. Bodem en wanden, waarvoor de doorlatendheid van het langdurend infiltratievermogen beslissend is, kunnen via aangepaste aansluitingsbuizen compleet geinspecteerd en gespoeld worden.

Het infiltratievermogen kan via de meting van de waterstandsverandering opgenomen en gecontroleerd worden. Wijkt het infiltratievermogen meer dan 25 % van de opgelegde waarde af, dan moet voor de vaststelling van de oorzaak, een camerainspectie ter controle van de sedimentatie plaatsvinden.

Hogedrukreiniging kan het spoeltunnelgebied reinigen en het sediment verwijderen. Plaatselijke rioolsreinigingsfirma's hebben de noodzakelijke toestellen voor afzuiging, spoeling en reiniging. Nadere informatie ter inspectie, onderhoud en systeemafstandscontrole vindt u op www.intewa.de.

Afb .37: Rioolreinigingsvoertuig

Afb. 38: Hogedrukreiniging met rioolrat

Bij vertraagde afvoersystemen moet de afvoerklep op doorlatendheid en vrijbeweeglijkheid worden gecontroleerd. Voor de INTEWA producten vindt u nadere gegevens op www.intewa.de

6.2 Referenties

De INTEWA DRAINMAX® tunnels hebben bij meer dan 25.000 geinstalleerde m³ in het binnen- en buitenland hun deugdelijkheid bewezen. Talrijke referenties kunt u zien op www.intewa.de.

Afb. 39: Referenties

6.3 Garantie en productgarantie

Deze toepassingsrichtlijn beschrijft het toepassingsdoel en de inbouw in de grond van de DRAINMAX tunnel. Een afwijkend toepassingsdoel evenals daarvan afwijkende inbouw- en randvoorwaarden (vooral afwijkende aanvulmaterialen) worden niet door deze beschrijving gedekt.

De geldende garantievoorwaarden zijn te vinden op de actuele algemene handelscondities op de website www.intewa.de .

7. Contact informatie

Voor klanten in Duitsland:
Bij vragen, bestellingen van reserveonderdelen of in geval van servicediensten kan men zich onder opgave van het toestelnummer en de aanschaffactuur direct tot INTEWA GmbH wenden.

INTEWA GmbH
Auf der Hüls 182
52068 Aachen

Tel.: 0049-241-96605-0
Fax: 0049-241-96605-10
Email: info@intewa.de
Internet: www.intewa.de

Voor klanten in andere landen:
Bij vragen, bestellingen van reserveonderdelen of in geval van servicediensten kan men zich onder opgave van het toestelnummer en de aanschaffactuur wenden tot uw lokale leverancier of landelijke importeur die alle servicezaken in het desbetreffende land afhandelt.