

5. ONTWERP, BESTEK EN UITVOERING

Een constructie waarin EPS is verwerkt, moet aan dezelfde eisen voldoen als traditionele, zware constructies op het gebied van sterkte, stijfheid en duurzaamheid. Dat betekent dat de ontwerp-levensduur eveneens gelijkwaardig moet zijn. Daarnaast moet bij het toepassen van EPS in GWW-constructies rekening worden gehouden met de specifieke eigenschappen van het materiaal. In de procedure voor het ontwerpen van constructies in de grond-, weg- en waterbouw met EPS als licht ophogingsmateriaal zijn de volgende stappen te onderscheiden [ref 18]. De nummers corresponderen met de hiernavolgende paragrafen:

- 5.1. Programma van eisen: het vaststellen van de uitgangspunten, randvoorwaarden en een voorlopige opbouw van de constructie.
- 5.2. Evenwichtsberekening: het controleren van het grondmechanisch evenwicht, waarbij zettings-, stabiliteits- en controleberekeningen in verband met opdrijven worden uitgevoerd.
- 5.3. Het controleren van de constructieve duurzaamheid.
- 5.4. Definitief ontwerp: detailleren van de constructie, gereedmaken van het bestek en voorbereiden van de uitvoering.

Vervolgens wordt in dit hoofdstuk ingegaan op specifieke richtlijnen in het kader van de RAW-systematiek en de wijze waarop de uitvoering van een GWW-constructie met EPS het best kan gebeuren.

5.1. PROGRAMMA VAN EISEN

Al in de eerste fase van de ontwerp-procedure moeten de uitgangspunten en randvoorwaarden voor het ontwerp worden vastgelegd. Deze worden hieronder succes-
siefelijk behandeld.

BODEMGESTELDHEID EN WATERHUISSHOUDING

- Op welke hoogte ligt het bestaande maaiveld en welke onregelmatigheden komen hierin voor?
- Gegevens verzamelen over de bodemgesteldheid door middel van grondmechanisch onderzoek: opbouw van het bodemprofiel, volumegewichten en dikten van de verschillende lagen, zettingsgevoeligheid en grondmechanische geschiedenis (zijn al eerder zettingen opgetreden?).
- Bepalen welke grondwaterstanden kunnen voorkomen in verhouding tot de open water peilen (polderpeil): gemiddelde, uiterste hoge en uiterst lage (grond)waterstanden en de frequentie waarin zij voorkomen.

EISEN AAN DE CONSTRUCTIE

- Bepalen van de dimensionering van de constructie in verband met de toekomstige functie.
- Eisen stellen aan de sterkte, stijfheid en duurzaamheid van de constructie in verband met de te verwachten belasting gedurende de ontwerp-levensduur.
- Vaststellen van de acceptabele restzetting van de constructie, afhankelijk van de ligging en functie.
- Rekening houden met opvriezen en -dooien in koude perioden in verband met het verlies van sterkte en stabiliteit.

KABELS EN BUIZEN

- Nagaan welke voorwaarden door beheerders worden gesteld; het leggen van nutsleidingen op of onder EPS vraagt extra zorg in verband met de bereikbaarheid en het tijdig kunnen signaleren van eventuele lekken.
- Zorgen voor een voldoende gronddekking ter voorkoming van mechanische beschadiging en bevroering, als de leidingen op het EPS worden gelegd.

- Beschermen van het EPS tegen beschadiging tijdens leidingwerk, bijvoorbeeld door een biezen mat of betonplaatje aan te brengen.

TOE TE PAssEN MATERIALEN

- Bepalen van de kwaliteit van het toe te passen EPS en de materialen daarboven door het beoordelen van de mechanische eigenschappen van die verschillende materialen
- Het maken van een (voorlopige) keuze van de toe te passen materialen.
- Het kiezen van een voorlopige opbouw van de constructie.



5.2. EVENWICHTSBEREKENINGEN

De gekozen voorlopige opbouw van de constructie is uitgangspunt bij de verticale evenwichtsberekening. Hierbij wordt gekeken naar de laagdikte van het EPS, zettingen en het opdrijven van de constructie. Ook moet de stabiliteit van de taluds worden gewaarborgd. Dit is vooral van belang bij het construeren van dijken en aardebanen.

LAAGDIKTE VAN EPS

- Bereken de korrelspanningen in de ondergrond, in verband met de toelaatbare zettingen, door het gewicht van de te ontgraven grond te vergelijken met het gewicht van de nieuw aan te leggen constructie; de korrelspanning in de ondergrond aan de onderzijde van het EPS mag niet groter zijn dan de korrelspanning vóór de aanleg van de constructie.

CONTROLE IN VERBAND MET ZETTINGEN

- Controle van de spanningen: uitgangspunt kan zijn dat de optredende spanningen de heersende

grensspanningen niet mogen overschrijden; als een geringe zetting toelaatbaar is, mag de constructie enige extra belasting veroorzaken.

- Bepalen van de grootte van de ontlasting: als de ondergrond is voorbelast, bijvoorbeeld door eerdere ophogingen, kan het nodig zijn de ondergrond te ontlasten om verdere zettingen te voorkomen; de grootte van de ontlasting heeft te maken met ondermeer de grootte van de aangebrachte (voor)belasting, de verwachte zetting en de reeds opgetreden zetting; in berekeningen wordt meestal gerekend met een schijnbare volumieke massa van 100 kg/m³, een veilige waarde die in de praktijk nooit zal worden overschreden.

CONTROLE IN VERBAND MET OPDRIJVEN

- Nagaan of de constructie niet zal opdrijven, als het EPS geheel of gedeeltelijk in het grondwater komt te liggen: de constructie drijft niet op als zij zwaarder is dan de maximaal voorkomende opwaartse kracht (uitgaan van de hoogst denkbare grondwaterstand).
- Inbouwen van een veiligheidsfactor, waarbij de constructie bijvoorbeeld 1,2 maal zo zwaar is als de maximale opwaartse kracht.
- Rekening houden met een gefaseerde aanleg van de constructie: ook als de constructie nog niet gereed is en dus niet het uiteindelijke gewicht heeft mag er geen gevaar voor opdrijven bestaan; in de betreffende berekeningen uitgaan van een minimale volumieke massa van EPS (15, 20 of 25 kg/m³).

STABILITEIT

- Hoewel de stabiliteit van de taluds door het toepassen van EPS positief wordt beïnvloed (lagere aandrijvende kracht voor de afschuiving), moet wel aandacht worden besteed aan de hechting tussen het EPS en de overige constructie-onderdelen, zodat de constructie hierlangs niet kan afglijden.
- Het effect nagaan van bijvoorbeeld het afschuiven van een lichte

(dijk) constructie van de volledige constructie, de weerstand tegen kruierend ijs en aanvaringen door schepen.

- Maatregelen nemen om te voorkomen dat tussen de grond en het EPS grondwaterstromen optreden, die gronddeeltjes transporteren en de stabiliteit van de gehele constructie in gevaar brengen.

5.3. CONSTRUCTIEVE DUURZAAMHEID

De constructieve duurzaamheid moet worden beoordeeld als de constructie onderhevig is aan zowel statische belasting (eigen gewicht) als dynamische belasting (bijvoorbeeld verkeer).

- Zorg ervoor dat de constructieve duurzaamheid van een constructie met EPS in ieder geval gelijkwaardig is aan die van een traditionele, zware constructie.
- Let daarbij op de theoretische levensduur in verband met vermoeiing door dynamische belasting.
- Rekening houden met de invloed van EPS op trillingen van de constructie en in de ondergrond; trillingen in de constructie worden over het algemeen heviger naarmate het gewicht van de constructie geringer is.
- Meestal is het aan te bevelen om een lichtgebonden of gebonden (steen)fundering op het EPS aan te brengen, om zodoende een stijve en draagkrachtige fundering te krijgen.



5.4. DEFINITIEF ONTWERP

Bij het maken van het definitieve ontwerp van een GWW-constructie met EPS moet vooral worden gelet op de punten waarin zo'n constructie verschilt van de traditionele bouwwijze.

TEMPERATUURVERLOOP

- Rekening houden met de thermische eigenschappen van EPS: de warmtewisseling tussen de ondergrond en de verhardingsconstructie wordt door het isolerende EPS beperkt, waardoor het verhardingsoppervlak in de zomer door de zon iets warmer en in de winter bij strenge vorst iets kouder kan zijn dan bij traditionele constructies; bij normale constructiedikten in Nederland, waarin op het pakket EPS tenminste 50 cm aan ander materiaal wordt toegepast, zijn deze geringe temperatuurverschillen niet van invloed op de ontwerp-levensduur.
- Rekening houden met een gewijzigde vorst-indringingsdiepte: het gehele pakket boven het EPS zou tijdens een vorstperiode kunnen bevriezen (denk aan kabels en buizen), en onder het EPS zal de temperatuur vrijwel altijd boven het vriespunt blijven vanwege een continue aanvoer van geo-thermische warmte van onderen en thermische isolatie daarboven!

DRAINAGE

- Met uitzondering van speciale producten voor drainage-doeleinden op bijvoorbeeld sportvelden (zie hoofdstuk 5) is het in de GWW-sector gebruikte EPS niet waterdoorlatend; regenwater dat in de constructie terecht komt moet daarom via drains naar het oppervlaktewater worden afgevoerd.
- Vooral in dijken en grote ophogingen moet naar het effect van EPS op het verloop van de freatische lijn worden gekeken om te voorkomen dat de constructie door grote grondwaterstromen verweekt of instabiel wordt.

BESCHERMING EPS

- Bescherm EPS tegen aantasting door benzine en andere olieproducten door er een olie-

bestendig folie of een andere bescherm laag overheen te leggen, zeker als er op het EPS een betonverharding ligt waarover veel langzaam rijdend en stilstaand (vracht)verkeer rijdt en benzine of (diesel)olie in de constructie kan dringen; pak het EPS zonodig volledig in zo'n beschermende folie in.

- Om te voorkomen dat een beschermende folie wordt beschadigd door de scherpe punten van een steenfundering, kan daar het best een non-woven geotextiel onder worden aangebracht.

STANDAARD BLOKKEN

- Houd bij de bepaling van de afmetingen van het pakket EPS rekening met de standaard maten van blokken of platen EPS.

Informatie is te verkrijgen bij de desbetreffende EPS-leverancier.

5.5. RAW-BESTEK

De bepalingen over de toepassing van EPS in de GWW-sector zijn als volgt integraal in het RAW-bestek opgenomen.

5.5.1. BEGRIPPEN

Geëxpandeerd polystyreen

01. Onder geëxpandeerd polystyreen wordt verstaan hardschuim dat is vervaardigd door expansie van polystyreen en zijn copolymeren.
02. Geëxpandeerd polystyreen wordt aangeduid met EPS, dat staat voor expanded polystyrene.

5.5.2. EISEN EN UITVOERINGEN

Aanbrengen EPS

01. In de buurt van en op EPS open vuur en grote warmte (meer dan 70°C) vermijden.
02. Tenzij het bestek anders vermeldt EPS in den droge aanbrengen.
03. Tenzij het bestek anders vermeldt EPS in verband aanbrengen in twee of meer lagen, waarbij elke laag een dikte van ten minste 0,15 m moet hebben. De verticale naden moeten ten opzichte van elkaar en per laag verspringen.

04. De EPS-elementen sluitend aanbrengen zodanig dat geen naden groter dan 10 mm aanwezig zijn.
05. Beschadigde EPS-elementen niet verwerken tenzij deze doorpasmaken geschikt gemaakt worden voor verwerking.
06. Geen passtuk aanbrengen waarvan de kleinste afmeting kleiner is dan de desbetreffend laagdikte en dat overigens afmetingen heeft kleiner dan 0,50 m. Aan de uiteinden van een rij geen passtuk aanbrengen. In een enkele rij niet meer dan twee passtukken aanbrengen.
07. Maatregelen treffen ter voorkoming van verspreiding over het werk van resten ontstaan bij het verwerken van EPS.

5.5.3. INFORMATIE-OVERDRACHT

Bewijs van oorsprong

01. De aannemer verstrekt de directie een bewijs van oorsprong van het door hem geleverde EPS, afgegeven en ondertekend door de producent van het EPS. Op het bewijs van oorsprong moet zijn vermeld:
 - a. de naam van de producent met de handelsnaam van het product;
 - b. een omschrijving van het geleverde materiaal (soort, type, al dan niet brandvertragend gemodificeerd);
 - c. de afmetingen van het geleverde materiaal (al dan niet gekantrecht);
 - d. een verwijzing naar de door de producent uitgevoerde controles en het door hem gehanteerde kwaliteitssysteem.
02. Iedere aflevering van bouwstoffen overeenkomstig een bewijs van oorsprong dient vergezeld te gaan van een schriftelijke verwijzing hiernaar, waarin tevens moet worden vermeld:
 - a. de geleverde hoeveelheid;
 - b. de leveringsdatum.

Legplan

01. Uiterlijk twee weken voordat met het aanbrengen van EPS wordt begonnen, dient de aannemer met betrekking tot het



aanbrengen van EPS een legplan in bij de directie.

Het legplan wordt voor dit onderdeel van het werk aangemerkt als een gedetailleerd werkplan in de zin van paragraaf 26 lid 6 van de U.A.V. 1989.

02. In het legplan dienen de volgende gegevens te worden vermeld:
 - a. de wijze waarop de ondergrond voor het aanbrengen van EPS wordt geprofileerd;
 - b. de wijze van pasmaken;
 - c. de wijze van aanbrengen van de EPS-elementen;
 - d. het verband waarin de EPS-elementen worden aangebracht;
 - e. de maatregelen om te voorkomen dat de EPS-elementen tijdens de uitvoering ten opzichte van de bodem verschuiven;
 - f. de maatregelen om tijdens de uitvoering te voorkomen dat reeds aangebracht EPS zich verplaatst door opdrijving of door weersinvloeden;
 - g. het materieel ten behoeve van het aanbrengen en verdichten van materiaal boven het EPS en de wijze waarop dit materieel wordt ingezet;
 - h. de wijze van aanbrengen van het eventuele afdekfolie of geotextiel en de wijze van lassen hiervan.

5.5.4. RISICOVERDELING EN GARANTIES

Keuring van bouwstoffen

01. Met inachtneming van het bepaalde in de volgende leden mogen EPS-elementen in afwijking van het bepaalde in paragraaf 17 lid 2 en paragraaf 18 lid 1 van de U.A.V. 1989, door de aannemer worden verwerkt zonder dat daaraan een goedkeuring door de directie is voorafgegaan.
02. EPS-elementen mogen slechts worden verwerkt nadat de aannemer door eigen onderzoek of uit door derden verstrekte onderzoeksresultaten heeft vastgesteld dat deze aan de gestelde eisen voldoen.
03. De directie is bevoegd om monsters van het EPS te nemen en deze te onderzoeken. Het bepaalde in de leden 2 tot en met 13 van paragraaf 18 van de U.A.V. 1989 is hierop van toepassing.
04. De aannemer bewaart de in lid 02 bedoelde gegevens tot het einde van de onderhoudstermijn of, indien er een garantietermijn wordt verlangd, tot het einde van de garantietermijn en stelt deze desgevraagd aan de directie ter beschikking.

5.5.5. BIJBEHORENDE VERPLICHTINGEN

Grondwerk voorafgaande aan het aanbrengen van EPS

01. Indien EPS in den droge wordt aangebracht de bodem waarop het materiaal wordt aangebracht zodanig profileren dat deze direct voor het aanbrengen van het EPS, gemeten met een rei van 3 m lengte, geen grotere afwijking in vlakheid heeft dan 10 mm.

Maatregelen ten behoeve van aangebracht EPS

01. De aannemer treft maatregelen om tijdens de uitvoering te voorkomen dat het reeds aangebrachte materiaal zich verplaatst door opdrijving of door weersinvloeden.

5.5.6. BOUWSTOFFEN

Algemeen

01. Met inachtneming van het bepaalde in de navolgende artikelen 22.86.02 tot en met 22.86.04 moet EPS voldoen aan de eisen die gesteld zijn in ontwerp NEN 7043 'Hard polystyreenschuim voor thermische isolatie van gebouwen: Platen en vormstukken; eisen en beproevingsmethoden' (2e druk februari 1991).

Geometrie

01. In afwijking van ontwerp NEN 7043 (2e druk februari 1991) artikel 4.1.2.2.1 en 4.1.2.2.2 mogen EPS-elementen die 24 uur oud zijn niet meer dan 1% afwijken van de door de producent opgegeven afmetingen (lengte, breedte en dikte). In aanvulling op het bepaalde in ontwerp NEN 7043 (2e druk februari 1991) artikel 4.1 mogen oneffenheden, gemeten over een horizontaal oppervlak van een element, niet groter zijn dan:
 - 5 mm gemeten met een rei van 3 m lengte;
 - 3 mm gemeten met een rei van 1 m lengte.De afmetingen worden getoetst volgens het bepaalde in artikel 22.87.02.

Wateropname

In aanvulling op ontwerp NEN 7043 (2e druk februari 1991) mag EPS niet meer dan 6% (V/V) water opnemen volgens ISO 2896.

Eigenschappen bij brand

01. Indien brandvertragend gemodificeerd EPS moet worden toegepast, is dit in het bestek vermeld.

5.5.7. MEET- EN VERREKENMETHODEN

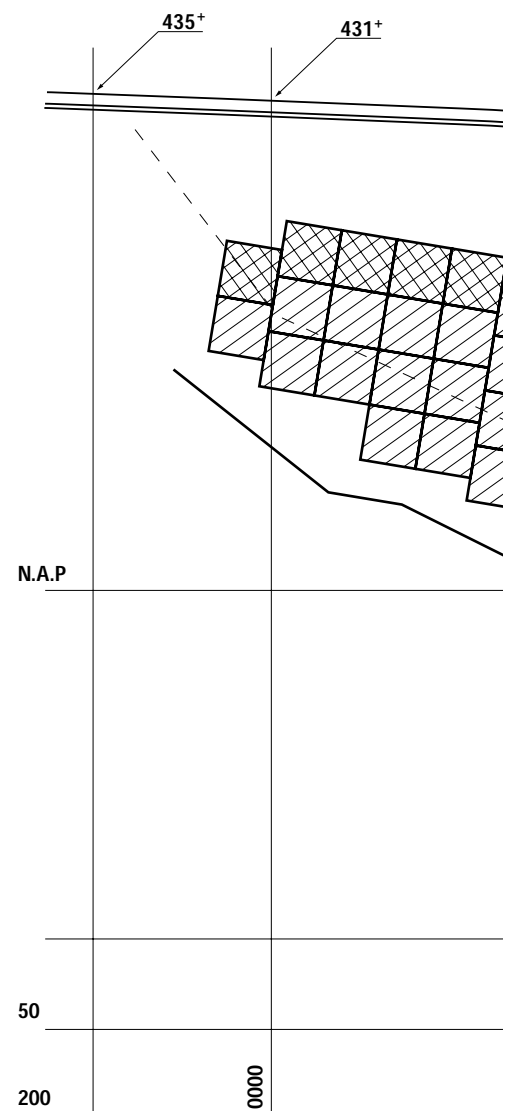
Hoeveelheidsbepaling

01. De aangebrachte hoeveelheid EPS wordt bepaald door meting van tekening. Indien het niet mogelijk is de aangebrachte hoeveelheid EPS door meting van tekening te bepalen, wordt gemeten in het werk.

Controle geometrie

01. Ten behoeve van de controle van de geometrie van de aan te brengen partij EPS-elementen wordt overeenkomstig navolgende tabel een aantal aselect uit de totale aan te brengen hoeveelheid EPS genomen elementen onderzocht.

hoeveelheid te verwerken (m ³)	minimum aantal te controleren elementen
<500	3
500 - 1000	4
1000	5 per 1000 m ³



5.6. UITVOERING

Ook bij het uitvoeren van een werk, waarin EPS wordt toegepast, dient men rekening te houden met de specifieke eigenschappen van EPS.

OPSLAAN OP HET WERK

- EPS zo snel mogelijk verwerken nadat het op het werk is aangevoerd ter voorkoming van opslagproblemen en beschadiging.
- Indien het EPS niet op dezelfde dag kan worden verwerkt, kan dit het best in een afgesloten ruimte worden opgeslagen ter voorkoming van wegwaaien en brandstichting door vandalisme.
- EPS wordt aangetast door UV-licht. Hoewel dit proces uitermate langzaam verloopt, moet het EPS, als het niet binnen kan worden opgeslagen, toch niet te lang aan deze (onnodige) invloed worden blootgesteld; in de regel wordt EPS beter niet langer dan zes weken in de buitenlucht bewaard.

LEGPLAN

- Maken van een legplan door de aannemer, waarin is aangegeven hoe de blokken of platen EPS ten opzichte van elkaar moeten worden gelegd; hiermee wordt onnodig materiaalverlies voorkomen en verkrijgt de opdrachtgever zekerheid dat het EPS doordacht en zorgvuldig wordt gestapeld.
- Zorg ervoor dat het EPS-pakket uit tenminste twee lagen bestaat en geen doorgaande verticale naden kent, behalve waar dat om bepaalde redenen juist wel nodig is.

AANBRENGEN GEOTEXTIEL

- Ruim leggen van het geotextiel over het EPS om te voorkomen dat het doek niet direct scheurt door eventuele kleine vervormingen in het EPS.
- Flexibel ontwerpen van EPS en geotextiel onder een talud, zodat het talud van de weg kan afhangen zonder dat de weg zelf scheef gaat liggen.

VERDICHTEN

- Op een normale ondergrond (de oppervlaktelagen van een GWW-constructie met EPS) bij voorkeur dynamisch verdichten, bijvoorbeeld met trilwalsen of -platen, maar oppassen dat het EPS onder de lagen niet wordt overbelast.
- De lagen direct boven het EPS statisch verdichten om het EPS niet te beschadigen; in verband met de geringe dieptewerking van het statisch verdichten de lagen boven het EPS in dünnere laagjes aanbrengen c.q. verdichten.

OVERIGE MATERIALEN

- Zorg ervoor dat de materialen die bovenop het EPS moeten worden aangebracht niet zwaarder, maar ook niet lichter zijn dan in het ontwerp is voorzien; bij toepassing van zwaardere materialen kan de constructie meer verzakken dan verwacht, en bij toepassing van te lichte materialen zou de constructie kunnen gaan opdrijven.

