

CIRCULAR PIPES

Dokumentation af afløbsrør med genanvendt plast og nordisk certificeringsigte



CIRCULAR PIPES VUDP-FORENINGEN PROJEKTRAPPORT

Projekt ID: 2022.39

Udgiver: Lemvig Vand og Teknologisk Institut

Udarbejdet af:

Lemvig Vand (Mette Vilsbøll), Teknologisk Institut (Kaj Bryder, Eva Jacobsen), NPG Danmark (Peter Sejersen) i samarbejde med de øvrige partnere

Finansiering:

Projektet er finansieret af VUDP-foreningen, Vandsektorens forening til forbedring af vandsektorens effektivitet og kvalitet

Samarbejdspartnere:

Lemvig Vand A/S, Havnen 8, 7620 Lemvig (Mette Vilsbøll, Albert Jensen)

Novafos A/S, Blokken 9, 3460 Birkerød (Marianne Wesnæs, Morten Bruun, Marlene Halkjer)

KLAR Forsyning A/S, Køge, Vasebækvej 40, 4600 Køge (Christian Lerche, Anders Valentin)

Skanderborg Forsyning A/S, Døjsøvej 1, 8660 Skanderborg (Torsten Schriver Niewald, Andreas Ravn-Andersen)

Svendborg Spildevand A/S, Ryttermarken 21, 5700 Svendborg (Gry Tully Robsahm)

NPG Danmark (Plastindustriens Rørsektion), Vesterbrogade 1E, 3., 1620 København (Peter Sejersen)

Plastix A/S, Gl. Landevej 1-3, Rom, DK-7620 Lemvig (Henrik Adam, Hans Axel Kristensen)

Aage Vestergaard Larsen A/S, Klostermarken 3, 9550 Mariager (Maria Dahl, Franz Cuculiza)

Klimatorium, Havnen 8, 7620 Lemvig (Mette Vilsbøll, Michael Christensen)

Teknologisk Institut, Kongsvang Allé 29, 8000 Aarhus C (Eva Jacobsen indtil den 01.09.2024, Kaj Bryder, Jesper Mondrup Christensen, Torben Vonsild)

Indholdsfortegnelse

1. Sammenfatning	5
2. English summary	6
3. Introduktion	8
3.1 Fremtidens komponenter i den bæredygtige forsyning	8
3.2 Aktiviteter	8
3.4 Tidsplan – inklusiv det nordiske engagement	10
4. Projektets betydning for vandbranchen	12
4.1 Marked og anvendelsesmuligheder	12
4.2 Næste skridt	13
4.3 Formidlingsplan	14
5. Projektet	16
5.1 Formål	16
5.2 Output	16
5.3 Projektresultater	17
5.3.1 Udvælgelse af afløbskomponenter med genanvendt plast (A1)	17
5.3.2 Testgrundlag for materialer, plastrør og brønde (A2, A3, A4, L1, L2)	18
5.3.3 Udfordringer og begrænsninger ved udvikling af nye testmetoder (A2, A3, A4, L1, L2)	19
5.3.4 Produktion og evaluering af testresultater (A1, A4, L3)	20
5.3.5 Demonstration af udvalgte rør og brønde (A5, L4)	22
5.3.6 Belysning af livscyklusmæssige konsekvenser, LCA (A6, L5)	23
5.3.7 Grundlag for forsyningernes udbud og etablering af rørledninger med genanvendt plast (A6, L6)	24
5.3.8 Europæisk og nordisk samspil med NPM-sigte på 2025 (A0, (A1 – A6), A7, L7)	25
5.4 Konklusion og anbefaling	27
6. Litteraturliste	29
7. Særlige begreber og forkortelser	30



Bilag	33
Bilag 1. Markedsvolumener	33
Bilag 2. Miljømæssige effekter af genanvendt plast	34
Bilag 3. Grundlag for udvælgelse af rør og brønde	35
Bilag 4. Aage Vestergaard Larsens undersøgelse af materialer	36
Bilag 5. Test af de udvalgte, leverede og demonstrerede rør og brønde	41
Bilag 6. Entreprenørernes oplevelse af rørene	46
Bilag 7. LCA-vurderingsgrundlag	49
Bilag 8. Forsyningernes udbudsgrundlag under hensyntagen til bæredygtighed	51
Bilag 9. Eksempler på formidling	53
Bilag 10. Supplerende testdata for leverede og demonstrerede rør	56
Bilag 11. Kortlægning af standarder for rør	59

1. Sammenfatning

Hvis det skal lykkes at gøre vandsektoren 100% klimaneutral inden 2030 (Politisk aftale, 2020), skal der sættes på genanvendt plast, når nye spildevandsrør produceres og installeres. Projektet "Circular Pipes" har til formål at etablere et systematisk dokumentationsgrundlag for plastrørsystemer (rør og brønde) i forskellige typer genanvendt plast ud fra forskellige standarder. Dette skal ske i et bredt branchemæssigt samspil. Derudover skal resultaterne inddrages i den nordiske certificeringsordning Nordic Poly Mark, for at undersøge mulighederne for at åbne op for brugen af genanvendt plast i rør.

Projektet påviser, at hvis man tænker cirkulært og anvender plastaffald fra den maritime industri og husholdninger, kan man producere plastblandinger til rør, som ikke går på kompromis med hverken kvalitet eller levetid. Opgaven kan dog kun løses, hvis der arbejdes sammen på tværs af værdikæden med forsyninger, producenter af genanvendt plast, rørproducenter og GTS (Godkendt Teknologisk Serviceinstitut).

I projektet blev tre rørtyper og en brønd i de mest anvendte plasttyper udvalgt til produktion. Følgende produkter med genanvendt plast blev produceret, installeret og dokumenteret i forhold til kravene i de europæiske standarder:

- Sprøjttestøbt brønd Ø200 mm i PP med 60% genanvendt plast blev installeret på to lokaliteter. Der var potentiale til at øge mængden til 85% genanvendt plast. Test efter EN 13598 blev gennemført på syv forsøgsserier á 20 stk. med hhv. 30%, 60% og 85% genanvendt plast.
- PP gravitationsrør Ø200 mm med 45 % genanvendt plast, som blev installeret på tre lokaliteter. Test efter EN 1852 blev gennemført på to forsøgsserier á 69 stk. med forskellig type genanvendt plast. Begge forsøgsserier bestod 140 timers trykprøverne, men ikke 1000 timers trykprøverne.
- PE dobbeltvæggrør Ø315 mm. Test efter EN 13476 på to forsøgsserier á 8 stk. hvor yderlaget (korrugeret) var hhv. 100% og 50% genanvendt plast, mens inderlaget var 100% jomfruelig plast. Serien med 100% genanvendt materiale i korrugeret yderlag blev installeret på to lokaliteter. Materialet med 100% og med 50% genanvendt materiale bestod dog ikke tryktesten (fejlede ved ca. 150 timer), så fremtidig produktion af disse rør vil enten være med genanvendt materiale af højere kvalitet eller med en mindre procentdel.
- PVC-rør Ø200 mm med 45% genanvendt plast blev installeret på to lokaliteter. Test efter EN 1401 af en forsøgsserie på 200 stk. blev gennemført og bestod alle test.

Det omfattende testprogram blev sammensat i forhold til hvor stor en andel genanvendt plast, der blev blandet med jomfruelig plast og forskellige testmetoder for mekanisk styrke, revnedannelser, levetid mv.

Rør og brønde blev installeret hos tre forskellige forsyninger. For at bane vejen for at bruge genanvendt plast i rør skal det medtages i forsyningernes udbud. Udfordringer og dilemmaer for forsyningerne er beskrevet sammen med inspiration til formuleringer i udbud jf. bilag 8.

Entreprenørerne var positive i forhold til at arbejde med produkter i genanvendt plast jf. bilag 6.

Beregninger viser, at de producerede rør og brønde vil reducere CO₂-udledningen med 30-50% jf. bilag 7.

Baseret på testresultaterne og erfaringerne med installation af produkterne anbefaler projektet, at Nordic Poly Mark åbner for brug af genanvendt materiale i overensstemmelse med gældende EN-standarder.

2. English summary

If the goal of making the water sector 100% climate neutral by 2030 (Political Agreement, 2020) is to be achieved, there must be a focus on recycled plastic when new sewer pipes are produced and installed. The project "Circular Pipes" aims to establish a systematic documentation basis for pipe systems (pipes and inspection chambers) in various types of recycled plastic according to different standards. This should occur through a broad industry collaboration. Furthermore, the results should be integrated into the Nordic certification scheme, Nordic Poly Mark, to explore the possibilities of the use of recycled plastic in non-pressure pipes.

The project demonstrates that by circular thinking and the reuse of plastic waste from the maritime industry and households, it is possible to produce plastic suitable for pipes that do not compromise on quality or lifespan. However, the task can only be accomplished through collaboration among utilities, manufacturers of recycled plastic, pipe producers, as well as testing and certification entities.

In the project, three types of pipes and one inspection chamber in the most used plastic types, were selected for production. The following products with recycled plastic were produced, installed, and documented concerning the requirements of European standards:

- Injection-moulded inspection chamber Ø200 mm in PP with 60% recycled plastic was installed at two sites, with the potential to increase the amount of recycled plastic to 85%. Tests according to EN 13598 were carried out on seven test series of 20 pieces with 30%, 60% and 85% recycled plastic, respectively.
- PP EN 1852 gravity pipe Ø200 mm with 45% recycled plastic, which was installed at three sites. Tests according to EN 1852 were carried out on two test series of 69 pieces with two types of pipes with different types of recycled plastic, both passing the 140-hour pressure tests but not the 1000-hour pressure tests.
- PE Twin Wall pipe Ø315 mm. Test according to EN 13476 on two test series of 8 pieces where the outer layer (corrugated) was either 100% or 50% recycled plastic, while the inner layer was 100% virgin plastic. The series with 100% recycled material in the corrugated outer layer was installed at two sites. However, both the pipe with 100% and the one with 50% recycled material did not pass the pressure test (failed at approx. 150 hours), so future production of these pipes will either use a higher quality or a lower percentage of the recycled material.
- PVC pipe Ø200 mm with 45% recycled plastic installed at two locations. Tests according to EN 1401 of a test series of 200 pieces were carried out and passed all tests.

The comprehensive testing schedule was determined based on the proportion of recycled plastic mixed with virgin plastic and different test methods for mechanical strength, crack formation, lifespan, etc.

Pipes and inspection chambers were installed at three different utilities. For the use of recycled plastic in pipes, it must be included in utility tenders. Challenges and dilemmas for the suppliers are described along with inspiration for formulations in tenders, cf. appendix 8.

Contractors were positive about working with products made from recycled plastic, cf. appendix 6.

Calculations show that the produced pipes and inspection chamber will reduce CO₂ emissions by 30-50%, cf. appendix 7.

Based on the test results and experiences with the installation of the products, the project recommends that Nordic Poly Mark will be willing to accept the use of recycled material in accordance with existing EN standards.

3. Introduktion

Danmark har et mål om, at vandsektoren bliver energi- og klimaneutral i 2030 (Politisk aftale, 2020), og EU har aftalt måltal i 2025 for genanvendelse af plastemballage og emballageaffald (Europa-Parlamentet, 2024). Der ligger 92.083 km spildevandsledninger i den danske undergrund (DANVA, 2022), hvor knap én procent udskiftes hvert år, hertil kommer nye anlæg. Hvis forsyningerne udskifter og etablerer nye ledninger iblandt fx 45% genanvendt plast (se definition i afsnit 7 "Særlige begreber og forkortelser") kan samfundet opnå en betydelig CO₂-reduktion. Samtidig vil et miljøproblem blive løst, når plastaffald fra fiskenet, maritime reb, husstande og andre kilder indsamles, genbruges og installeres som rør i jorden.

3.1 Fremtidens komponenter i den bæredygtige forsyning

Bæredygtighed er et væsentligt fokuspunkt i forbindelse med vandbranchens udvikling, og genanvendelse af plast i rørledninger og andre komponenter er et centralt element heri. Det forudsætter, at der kan leveres rør med genanvendt plast, at de leveres i en kvalitet og med en levetid, som lever op til forsyningernes behov, samt at de er dokumenterede og mærkede på en måde, som man kan have tillid til.

Nordic Poly Mark (NPM) er en uvildig, nordisk certificeringsordning. Den er baseret på et bredt branchesamspil og er i Norden et anerkendt kvalitetsmærke, baseret på europæiske standarder (EN). For at sikre kvaliteten under nordiske forhold blev NPM-kravene yderligere suppleret med krav om ikke at anvende genanvendt plast. Denne certificeringsordning står i kontrast til de kommende revisioner af eksisterende EN-standarder og gældende regler i de øvrige europæiske lande, som allerede tillader spildevandsledninger med genanvendt plast. Derudover udgør kravet en barriere i forhold til samfundets generelle målsætning om bæredygtighed.

Nærværende projekt har sigte mod at kunne iblande genanvendt plast og samtidig fastholde det nuværende høje danske og nordiske kvalitetsniveau for plastrør og plastrørsledninger. Projektet skal således skabe et solidt grundlag for udbud og valg af materialer, som er baseret på en objektiv vurdering og belønning af de miljømæssige fordele ved at vælge mere grønne alternativer. Det endelige mål er at dokumentere dels brugbarheden, dels kvaliteten af produkter med iblandt genanvendt plast og dels at opnå anerkendelse hos NPM, dvs. foranledige en revision af NPM's krav til også at omfatte brug af genanvendt plast.

I et tidligere VUDP-projekt: "Plastrør til fremtidens forsyningsledninger" (Bryder et al., 2022) blev det konstateret, at afløbsrør i forhold til trykrør har det bedste, kortsigtede potentiale for genanvendelse. Dette blev fulgt op med produktion og test af pilotrør med genanvendt plast, som blev lagt og demonstreret i praksis (Schipperheijn, 2023).

Nærværende projekt er en fortsættelse heraf, hvor det branchemæssige samspil er blevet yderligere kompletteret. Intentionen er at etablere en systematisk dokumentation i sammenhæng med den igangværende udvikling af nye europæiske produktstandarder og med sigte mod inddragelse i den nordiske certificeringsordning Nordic Poly Mark, som er normgivende for den danske og nordiske vandbranche.

3.2 Aktiviteter

Projektet er gennemført med afsæt i de oprindeligt fastlagte aktiviteter (udbygning af overskriften er tilføjet med kursiv):

- **A0:** Indledende nordiske koordineringstiltag for plastrør med genanvendt plast. *Inddragelse af interessenter.*

- **A1:** Valg af minimum to afløbsrørskoncepter med genanvendt plast i nordisk koordinering. *Valget af tre plastrør og én brønd blev truffet på baggrund af gældende certificeringskrav, EN-standarder samt ønsket om at give input til NPM. Forsyningerne blev inddraget som interessenter.*
- **A2:** Leverancerecepter og dokumentation for genanvendt plast til plastrør. *Fastlæggelse af kvalitetskrav og dokumentation for de genanvendte plastgranulater.*
- **A3:** Afløbsrørskoncepter og rør med genanvendt plast fra forskellige kilder. *Test af materialerecepter til produktion af afløbskomponenter (pilotprojekter og produktion) og fastlæggelse af test.*
- **A4:** Evaluering og tilpasning af kort- og langsigtede testmetoder. *Vurdere nuværende og evt. fremtidige testmetoder til materialekontrol og produktkontrol.*
- **A5:** Demonstration af de udvalgte afløbsrørskoncepter. *Installation af rør samt opfølgende målinger og kontroller hos forsyninger.*
- **A6:** Grundlag for forsyningernes udbud og valg af afløbsrør med genanvendt plast. *Beskrivelse af udfordringer med udbud og diskussion af, hvordan udbud kan åbne op for genanvendt plast.*
- **A7:** Input til ændrede standarder og certificeringsregler. *NPG Danmark præsenterer projektets anbefalinger vedr. standarder og certificeringsregler for Nordic Poly Mark.*
- **A8:** Formidling for den danske deltagerkreds. *Løbende aktivitet med henblik på aktivering og inddragelse af interessenter samt afsluttende formidling af projekts resultater og udstilling ved Klimatorium.*
- **A9:** Faglig projektledelse og koordinering, slutrapport og artikel. *Udarbejdelse af projekt-rapport til VUDP-foreningen og efter projektets afslutning udarbejdes en artikel.*
- **A10:** Nordisk samspil og evaluering af dokumentation inkluderes i certificeringsammenhæng. *Formidling af projektets konklusioner og anbefalinger.*

Flere af aktiviteterne er foregået sideløbende, og resultaterne er beskrevet i afsnit 4 og 5.

Aktiviteterne er gennemført i et tæt samspil mellem alle deltagende parter. Ved projektets start blev en ansvarlig udpeget for hver aktivitet, som har sørget for løbende møder og opfølgning i de enkelte aktivitetsgrupper. Teknologisk Institut og Lemvig Vand har løbende sikret afholdelse af fælles statusmøder og milepæls møder, hvor resultater blev præsenteret og ændringer i projektet drøftet og besluttet.

De enkelte partners engagement i aktiviteterne har været således:

- Forsyningerne har leveret input til A1, A5, A6 og A8. Lemvig Vand A/S har været aktivitetsansvarlig for A5, A6, A9 (fra den 01.09.24) og administration.
- Plastrørproducenterne repræsenteret ved NPG Danmark (Plastindustriens Rørsektion) har leveret input til A0-A10 og været aktivitetsansvarlig for A3 og A7. Hovedopgaven har været at producere og udføre test af de færdige emner.
- Producenter af genanvendt materiale repræsenteret ved Plastix A/S og Aage Vestergaard Larsen A/S har leveret input til A1-A4 og A7-A9 samt været aktivitetsansvarlig for A2. Begge virksomheder indgår i Plastindustriens Genanvendelsessektion. Hovedopgaven har

været at levere materiale til tests hos rørproducenterne, samt at stille laboratorium til rådighed til test af råmateriale eller compound.

- Klimatorium har været primær aktør og aktivitetsansvarlig for A8 om formidling af projektets resultater. Alle samarbejdspartnere har bidraget til løbende formidling.
- Teknologisk Institut repræsenteret ved Center for Installation og Kalibrering har i samspil med Lemvig Vand virket som projektleder og koordinator (A9). Teknologisk Instituts VA-laboratorium har udført test af udvalgte producerede emner. Teknologisk Instituts erfaring med audittest af bl.a. plastrør i relation til Nordisk Poly Mark-certificeringsordningen har indgået i sparring om valg af testprogram. TI har leveret input til A0-A4, A6-A10 samt været aktivitetsansvarlig for A0, A1, A4, A9 og A10.

Der er leveret genanvendt plastmateriale samt produceret rør og brønde, som er installeret tre forskellige steder i landet. Nedenfor ses hvem, der har leveret hvad.

Plastmateriale

Der er i alt leveret 6,77 tons genanvendt plastmateriale (PCR, Post-Consumer Recyclate/Resin) til produktion af rør og brønde fra:

- Plastix. 1,15 tons PP, som kommer fra regenereret plast fra fiskenet og maritime reb.
- Aage Vestergaard Larsen (AVL). 1,95 tons PP og 2,17 tons PE, som kommer fra genanvendt husstandssorteret plast.
- Van Verven i Holland. 1,50 tons genanvendt PVC, som hovedsageligt kommer fra vinduesrammer og rør.

Produktion af rør og brønde

Følgende producenter har produceret 20 brønde (PP) og 690 m rør (PVC, PP og PE), som indeholder genanvendt plast:

- Wavin, Wavinvej 1, 8450 Hammel
(20 styk PP sprøjttestøbte brønde og 180 m PVC-rør)
- Pipelife, Flevolaan 7, 1601 MA Enkhuizen, Nederlandene
(414 m PP gravitationsrør)
- Uponor, Jita Lakarintie 10, 34800 Virrat, Finland
(96 m PE dobbeltvægsrør)

Installation af rør og brønde

Demonstrationer af de producerede emner er spredt over tre forsyninger i Danmark:

- Novafos i Nordsjælland
- Skanderborg Forsyning i Østjylland
- Lemvig Vand i Vestjylland

og over i alt seks forskellige lokationer.

3.4 Tidsplan – inklusiv det nordiske engagement

Projektet begyndte den 1. september 2022 og den oprindelige slutdato var fastlagt til ultimo august 2024. Grundet skifte i projektledelsen ved Lemvig Vand blev der ansøgt og bevilget udsettelse til den 30. november 2024.

En række aktiviteter har strakt sig over en længere periode end planlagt, idet det fx tog længere tid end forventet at fremskaffe genanvendt plast af tilstrækkelig god kvalitet (primært PVC),

4. Projektets betydning for vandbranchen

Flere og flere forsyninger arbejder med klimaregnskab, ESG-rapportering og LCA (livscyklusanalyse) i forbindelse med anlægsprojekter. Når det dokumenteres, at rør i genanvendt plast kan klare kvalitetskravene og blive Nordic Poly Mark godkendt, vil det have en positiv indvirkning på CO₂-aftrykket, ikke alene for den enkelte forsyning men for hele vandbranchen.

4.1 Marked og anvendelsesmuligheder

Forsyningerne har fokus på bæredygtighed, og et konkret tiltag vil være at anvende mere bæredygtige rør og komponenter i vandbranchen. I de kommende år forventer DANVA, at anlægsinvesteringerne pr. år inden for drikkevand vil beløbe sig til ca. 2,75 mia. kr. og for spildevand ca. 9 mia. kr. (DANVA, 2022). Der er således et stort potentiale i at benytte genanvendt plast i spildevandsrør og andre plastkomponenter.

VUDP-projektet "Plastrør til fremtidens forsyningsledninger" (Bryder et al., 2022) viste, at det er muligt at lave plastrør baseret på genanvendt plast. Der blev produceret, testet og installeret to forskellige afløbsrørsløsninger i en udstykning i Lemvig: Et Ø110 PE-trykrør og et Ø200 PP-flerlags gravitationsrør. I det følgende er beskrevet bevæggrundene for igangsættelsen af nærværende projekt.

Effektiviseringspotentiale gennem fælles branchegrundlag

Plastrør er i dag kernen i forsyningernes ledningsnet samtidig med, at mange nye ledninger lægges i plast; materialevalget afhænger af rørstørrelsen. Med øget fokus på bæredygtighed er det centralt for forsyningerne, at fremtidens ledninger i vid udstrækning baseres på genanvendt plast.

Med den betydning, som plastrørene har i forsyningssystemet, vil det således være til stor nytte og forenkling for branchen at have et fælles udviklings- og dokumentationsgrundlag, så man ikke ved udbud hver gang skal ind i nye overvejelser og grundlæggende valg, herunder gennemføre egne, komplicerede vurderinger.

Sikring af kvalitet og levetid

God funktionalitet, høj kvalitet og lang levetid er centralt for rørsystemer til både regnvand, spildevand og drikkevand. Derfor er det væsentligt, at fremtidens rørsystemer sigter mod at opnå samme ydeevne som de nuværende, hvilket sammenholdt med betydningen af ensartede regler gør det væsentligt at tage afsæt i de eksisterende standarder og certificeringsgrundlag. Desuden er der i den cirkulære økonomi et behov for at sikre sig mod, at de nye rørledninger ikke, når de er udtjente, bliver en stopklods for senere plastgenanvendelse.

Nærværende projekt skal dokumentere, hvordan bæredygtige afløbsrør med genanvendt plast baseret på forskellige koncepter og standarder kan implementeres, herunder med forslag til testkrav og betydning af kvaliteten af forskellige kilder af genanvendt plast. Dette er med sigte mod inddragelse i den nordiske certificeringsordning Nordic Poly Mark, som er en normgivende ordning for de danske og nordiske forsyninger.

I dag er der ikke grundlag for en inddragelse i Nordisk Poly Mark, da de nordiske forsyninger tidligere har afvist næsten al brug af genanvendt plast på grund af kvalitetsmæssige betænkeligheder. Derfor er det også væsentligt, at der via dokumentation skabes nordisk opbakning til en ændring.

CEN's standardiseringsudvalg under CEN/TC 155 arbejder løbende på forbedring af relevante standarder for valg af materialer og test af produkter fx rør. En række af disse standarder for

gravitationsledninger er under revision, og udvalgte standarder tillader allerede nu brug af genanvendt plast (evt. i begrænset mængde) i en række rør. Dette projekt forventes at bidrage til at bane vejen for, at den danske og øvrige nordiske forsyningsbranche kan få adgang til denne type af rør, og at yderligere standarder på sigt vil tillade anvendelse af genanvendt plast i alle trykløse rør.

Miljø- og klimamæssige gevinster

Projektet relaterer sig til DANVA's strategi 2020-2024 om øget fokus på miljø- og klimaforbedringer, såvel som til FN's verdensmål og EU's mål vedrørende klima og vand.

Det gælder således i forhold til EU's miljømæssige krav, som kræver øget genanvendelse af plast, herunder i plastrør. Europa tilføres 58,8 mio. tons plast om året (2022 tal), og kun ca. 19,7% er cirkulært. Heraf er 13,2% mekanisk genanvendt post-consumer affald, 5,4% mekanisk genanvendt pre-consumer affald og 1,1% er enten bio-baseret eller kemisk genanvendt (Plastics Europe, 2024).

EU' Green Deal sætter yderligere skub i denne udvikling, og det er plastproducenternes mål, at 25% nye plastprodukter i 2030 og 65% nye plastprodukter i 2050 skal være baseret på ikke fossile kilder, altså også genanvendelse. Det skønnes, at der i øjeblikket på europæisk niveau bruges 400.000 tons genanvendt plast til fremstilling af plastrør, hvilket svarer til et gennemsnitligt indhold i rørene på 10% (TEPPFA, 2024).

Projektet vil således medvirke til klare miljøforbedringer og til, at anvendelse af rør med genanvendt plast bliver centralt i den fremtidige udvikling af danske forsyningsledninger, ligesom rør med genanvendt plast vil kunne udnyttes nationalt og internationalt af danske virksomheder.

Afledte effekter

Projektet forventes at have en positiv beskæftigelsesmæssig effekt ved at styrke den danske produktion af granulat fra genanvendt plast samt produktion af komponenter med indhold af genanvendt plast til forsyningsbranchen fx rør og brønde. Der er ligeledes et stort eksportpotentiale i forhold til dokumenteret plastgranulat af genanvendt plast samt flere typer rør og komponenter i genanvendt plast.

4.2 Næste skridt

Vidensopbygning og videndeling i nærværende projekt vil styrke forsyningernes omstillingsparathed i forhold til at anvende rør og andre komponenter af genanvendt plast, herunder forsyningernes krav til kvaliteten og overvejelser i forhold til udbudsgrundlag med vægtning af bæredygtighed.

Erfaringerne fra test og demonstration ved lægning af rør og brønde hos de enkelte forsyninger vil blive delt mellem producenterne. Projektets konklusioner vil derudover indgå i en dialog med den nordiske certificeringsordning Nordic Poly Mark om mulighederne for at få opdateret betingelserne til at inkludere genanvendt plast, som et tilladt materiale i produktion af rør og brønde. Sigtet er, at grundlaget er på plads senest i 2025.

Ved nordisk opbakning via Nordic Poly Mark, og at flere standarder på sigt tillader produktion med genanvendt plast, forventes det at øge incitamentet hos de danske virksomheder og andre leverandører til at udvikle flere typer af plastgranulat og flere typer af rør og komponenter med genanvendt plast til vandbranchen.

For forsyningerne vil det bevirke øget mulighed for at benytte spildevandsrør med genanvendt plast, men uden at påvirke det samlede årlige renoverings- og udbygningsbehov. For producen-

terne må tilsvarende forventes, at de fleste spildevandsrør af plast i fremtiden vil blive baseret på helt eller delvis genanvendt plast.

Som et ekstra element i dette projekt skal projektets formål og resultater præsenteres for nordiske interessenter, med ønske om at skabe interesse for udvikling af flere produkter med genanvendt plast til vandbranchen i de øvrige nordiske lande. Efter projektets afslutning vil anbefalinger fra projektet blive præsenteret for Nordic Poly Mark med det formål at åbne op for muligheden for brug af genanvendte materialer.

For nuværende er det ikke relevant med et tilsvarende projekt angående udvikling af tryksatte rør og udvikling af drikkevandsrør med genanvendt plast med udgangspunkt i de skærpede krav til materialer i drikkevandsdirektivet (EU) 2020/2184. Som kravene er til produkter i kontakt med drikkevand, hvor materialerne på forhånd skal være godkendt på positivlisten, er der ingen mulighed for anvendelse af genanvendt plast.

4.3 Formidlingsplan

Klimatorium vil formidle projektets resultater og anvendelse over de næste par år. Formidlingen har til formål, at

- påvirke forsyningernes opmærksomhed på cirkulær økonomi i relation til ledningsnettets plastrør
- skabe opmærksomhed hos leverandører af plastgranulat
- påvirke producenternes plastrørsudvikling med genanvendelse af plast
- påvirke standardisering, certificering og mærkning
- påvirke almindelige borgere i forhold til at se løsninger på udfordringer med forurening og klimaaftryk

Projektets resultater beskrives i denne slutrapport samt efter projektets afslutning i en dansk artikel til fx Dansk Vand og Ingeniøren. Der vil også blive indsendt et abstract til NordIWA med henblik på mulig præsentation af projektet på nordisk spildevandskonference den 23.-25. september 2025 i Oslo.

Derudover arbejdes der videre med påvirkning af standardiseringskravene i Nordic Poly Mark. Formidling heraf vil foregå på hjemmesider og i nyhedsbreve via de danske organisationer og partnere, såvel som gennem Nordic Poly Mark og INSTA-CERT.

Klimatorium arbejder med samarbejdsmodellen Quadruple Helix, hvor samarbejde faciliteres mellem det offentlige, private virksomheder, videninstitutioner og den lokale befolkning. Samarbejdet kan fx ske til det årlige Klimamøde i Klimatorium, og ved en konference.

Der vil blive afholdt en konference i Klimatorium eller et webinar i 2025 om projektets resultater for forsyninger, materialeleverandører og plastrørsproducenter. Kommuner, videninstitutioner og private rådgivere vil også være velkomne. Målet er, at interessenterne får viden om projektet, så rør og andre komponenter i genanvendt plast bliver en efterspurgt vare til gavn for den grønne omstilling.

Almindelige borgere vil få viden om projektet, når de besøger og eventuelt får en rundvisning i den interaktive udstilling om cirkulær økonomi i Klimatorium. Udstillingen vil give en dybere forståelse af bl.a. affald i havet, husholdningsaffald, ressourceforbrug ved produktion af rør,

genanvendelse og udfordringer i lovgivningen. Projektets produkter (rør og brønde) vil være en del af den fysiske udstilling, så projektet formidles på en tilgængelig og pædagogisk måde.

En video, som formidler projektet, vil blive færdig i december 2024. Videoen sætter fokus på at forklare udfordringen og løsningen, som projektet kommer med. Den vil blive vist i Klimatorium og på partnernes hjemmesider.

Klimatorium står også for international formidling og vil formidle resultaterne i et internationalt forum. Klimatorium har blandt andet et samarbejde med Climatorium i New Zealand, hvor viden udveksles.

Projektet er allerede blevet formidlet til danske og udenlandske studerende ved Aalborg og Aarhus Universitet. En gruppe studerende fra Aarhus Universitet skrev rapporten "Technology Business Model Innovation", hvor de opfordrede til allerede i projektets opstartsfasen at indtænke de enkelte partners forretningsmodeller.

Ligeledes er projektet blevet formidlet til en bred målgruppe på Foodtech messen i Herning, Water and Energy Stage den 3. oktober 2024.

Undervejs i projektet har partnerne løbende bidraget med LinkedIn opslag fx i forbindelse med fysiske milepælsmøder. Det har været besøg hos Klimatorium, Plastix og testlaboratoriet hos Teknologisk Institut, hvor test af materialeegenskaber blev vist. Projektet er ligeledes blevet omtalt af P4 Østjylland. Efter projektets afslutning vil partnerne i projektet være gode ambassadører og videnspersoner i forhold til brug af genanvendt plast i rør og brønde.

En oversigt over afholdt formidlingsaktiviteter i projektperioden og billeder ses i bilag 9.

5. Projektet

5.1 Formål

Projektets bærende idé er, at forsyningerne i 2025 på et veldokumenteret og sikkert grundlag skal kunne etablere afløbsledninger baseret på rør med genanvendt plast. For producenterne må tilsvarende forventes, at de fleste afløbsrør med tiden vil blive baseret på helt eller delvis genanvendt plast.

Projektet blev udvidet med brønde, da materialeleverandørernes genanvendte plast viste sig at være egnet til produktion af sprøjtestøbte brønde. Brøndene muliggør inspektion og rensning af ledninger.

Konkret har formålet været:

- at etablere en systematisk dokumentation baseret på forskellige koncepter og standarder i et bredt branchemæssigt samspil, og
- at inddrage resultaterne i den nordiske certificeringsordning Nordic Poly Mark, for at åbne op for brugen af genanvendt plast i rør.

Baggrunden for projektet, dets sigte og formål fremgår af beskrivelserne i afsnit 3.1, 4.1 og 4.2.

5.2 Output

Der er følgende syv output, også kaldet leverancer (L) i projektet:

- L1: Krav til og dokumentation af kvaliteten af genanvendt plastgranulat til produktion af brønde og rør (ikke trykrør, fx drikkevandsrør).
- L2: Grundlag for fastlæggelse af krav til og dokumentation ved test af brønde og rør produceret med genanvendt plast.
- L3: Produceret tre typer rør af PP, PE og PVC samt en type brønd af PP, hvor forskellige mængder og typer af genanvendt plast er blevet afprøvet. Alle produkter blev testet.
- L4: Udvalgt seks produkter til demonstration: en brønd, to slags PP EN 1852 gravitationsrør, to slags PE dobbeltvæggrør og et PVC-rør. De blev installeret af Novafos, Skanderborg Forsyning og Lemvig Vand i 2024.
- L5: Belysning af livscyklusmæssige konsekvenser (LCA) med udgangspunkt i CO₂ og på hvilke oplysninger, som forsyningerne kan basere deres vurdering ud fra.
- L6: Input til udbudsgrundlag for forsyningernes udbud, så der bliver bedre mulighed for at anvende afløbsrør og brønde baseret på genanvendt plast.
- L7: Europæisk og nordisk samspil. Input til internationale CEN's standardiseringsudvalg til støtte for udviklingen af europæiske EN-standarder til at tillade genanvendt plast samt etablere et nordisk samspil med henblik på udbygning af de nuværende Nordic Poly Mark-mærkningskrav til også at omfatte rør og brønde med genanvendt plast.
- Anbefalinger til Nordic Poly Mark, se afsnit 5.3.8 og 5.4 Konklusion og anbefalinger.

Det var hensigten at udvikle nye kort- og langtidstests, men det viste sig, at grundlaget for denne udvikling ikke var til stede. Se uddybning af udfordringer ved test og beskrivelse af de enkelte output (leverancer) i de følgende afsnit.

5.3 Projektresultater

De følgende afsnit beskriver erfaringer og output (leverancer), som er opnået i projektet. Flere af aktiviteterne er foregået sideløbende, og projektresultaterne er derfor samlet i overordnede emner, hvor en eller flere aktiviteter har bidraget.

5.3.1 Udvælgelse af afløbskomponenter med genanvendt plast (A1)

I forbindelse med valg af afløbskomponenter til produktion blev der anvendt erfaringerne fra det tidligere VUDP-projekt: Plastrør til fremtidens forsyningsledninger (Bryder et al., 2022). I dette projekt var konklusionen, at trykrør er mere komplicerede at producere end gravitationsledninger, når det drejer sig om genanvendt plast. Derfor har der i nærværende projekt været fokus på ikke-trykbærende afløbskomponenter.

Der blev set på hvilke rørtyper, der anvendes mest i Danmark og dermed vil reducere CO₂-aftrykket mest muligt, når der anvendes genanvendt plast fremfor jomfrueligt plast. Se mere i bilag 1 og 2.

Blandt de deltagende fem forsyninger blev der indsamlet oplysninger om forbruget af afløbsrør for at give et bedre grundlag for valg af rør til produktion end kun statistiske tal. Der blev spurgt til PVC kloakrør, PVC multilayer rør, PE/PP letvægtsrør, PP-afløbsrør og PP rør med mineralfyld. Det viste sig også, at der er store forskelle på hvilke materialer, der bliver anvendt i forhold til, hvor i Danmark de enkelte forsyninger holder til. Eksempelvis anvendes primært PVC rør i Vestdanmark og primært PP rør i Østdanmark.

I ansøgningen var der fokus på PP og PE af hensyn til de to materialeleverandører, som indgik i projektet. Det viste sig dog, at visse forsyninger har stor interesse i PVC-rør. Eksempelvis gennemførte Klimatorium og Lemvig Vand et andet pilotprojekt med produktion og dokumentation af 70% genanvendt PVC i spildevandsrør i samarbejde med genanvendelsesordningen WUPPI og plastrørsproducenten Nordisk Wavin. Pilotprojektet er nærmere beskrevet af Schipperheijn (2023) og WUPPI (2023). Denne viden er derfor medtaget i dette projekt, og det blev besluttet at inddrage PVC, som et materiale i de rør, der skulle produceres.

Rørproducenterne udarbejdede et forslag til produkter. Dette forslag tog udgangspunkt i de europæiske standarder, hvor der ved projektets start på europæisk plan var forskellige niveauer af accept af anvendelse af genanvendt plast. Der blev også set på, hvor CEN standardiseringsudvalg i visse tilfælde havde tilladt brug af større mængder af genanvendt plast (i nogle tilfælde helt op til 100%), samt hvor der med fordel kunne anvendes en anden EN standard til test, end praksis er i dag. Der blev udarbejdet et notat til internt brug mellem projektpartnerne med oversigt over relevante standarder. Informationerne indgik i rørproducenternes forslag til produkter.

Plastrørsproducenterne og de to producenter af genanvendt materiale: Aage Vestergaard Larsen og Plastix drøftede rørproducenternes forslag om hvilke typer og kvalitet af genanvendt plast, som de kunne levere. Det viste sig nødvendigt at inddrage endnu en ekstern materialeleverandør, Van Verven i Holland til levering af genanvendt PVC i projektet.

Der blev udarbejdet nogle anbefalinger, som blev drøftet med forsyningerne med henblik på at finde ud af, hvad der var muligt at demonstrere (lægge i jorden). Derefter blev der udvalgt en brønd, to slags PP EN 1852 gravitationsrør, to slags PE-dobbeltvægtsrør og et PVC-rør, så alle materialerne PE, PP og PVC var repræsenteret. Se yderligere detaljer i afsnit 5.3.4.

Information om krav til kvaliteten af den genanvendte plast og hvorledes kravene påvirker mulige produktioner samt beskrivelse af de producerede rør og testresultater er gengivet i de følgende afsnit; 5.3.2 og 5.3.3.

5.3.2 Testgrundlag for materialer, plastrør og brønde (A2, A3, A4, L1, L2)

For at få et beslutningsgrundlag til valg af produkter til produktion blev projektet indledt med en kortlægning af eksisterende standarder. Der blev set på hvilke standarder, der tillader genanvendt plast og hvilke standarder, der er ved at blive revideret, da der lige nu sker en del på CEN-niveau, hvor flere standarder åbner op for genanvendt plast. Sideløbende hermed blev det undersøgt hvilke typer test af genanvendt plastgranulat og de færdige produkter, som anvendes i dag. Formålet var at planlægge et testprogram og undersøge hvilken dokumentation, der anses for nødvendig eller tilstrækkelig vedrørende råvarer, compound og for de produkter, som blev valgt til produktion.

Der er valgt at fokusere på afløbsrør uden tryk, da risikoen for brud vurderes at være mindre. Plastgranulat fra post-consumer plast kan indeholde forureninger fx sandkorn, andre polymerer, nedbrydning af plasten og andet fra brugsfasen eller produktionen af de oprindelige plastprodukter. Disse forureninger kan have betydning i forbindelse med trykprøvning af et produkt, idet der er større risiko for revnedannelse i plast, der indeholder urenheder.

Testprogrammet blev sammensat med udgangspunkt i de europæiske standarder. Standarderne for de fire produkter er følgende: EN 13598 for brønd, EN 1852 for PP gravitationsledning, EN 13476 for PE dobbeltvægsrør og EN 1401 for PVC-rør. Vurderingen var, at det ville give det bedste grundlag for at kunne påvirke ændring af de eksisterende standarder, hvis produkter med genanvendt plast kunne overholde de samme tests, som produkter kun med jomfrueligt plast. I bilag 3 ses hvilke produkter og teststandarder, som partnerne besluttede at anvende i projektet.

Test af granulat blev foretaget af materialeleverandørerne. Derudover blev der for slutprodukterne gennemført et grundigt testprogram. Materialeleverandør Aage Vestergaard Larsen udførte og fremlagde resultater af nogle forsøg, se afsnit 5.3.3. På baggrund af dette og viden fra eksisterende standarder blev det drøftet, hvorvidt der skulle foretages yderligere test af granulatet, udover normal praksis. Vurderingen for PP og PE var, at det ikke var nødvendigt, idet materialerne lever op til de krav, som er sat i standarderne. PVC blev testet for bly i henhold til REACH krav og tilladelsen til at bruge blyholdigt materiale i et PVC-rørs midterlag. Datablade for granulat fra materialeleverandørerne ses i bilag 10.

Der er kun delvist leveret på L1 "Krav til og dokumentation af kvaliteten af genanvendt plastgranulat til produktion af brønde og rør", da ny indsigt er opstået efterfølgende. Indsigten er, at EN standarderne og dermed de fremtidige Nordic Poly Mark SBC'er kommer til at stille krav til den færdige materialeblanding, dvs. blandingen af jomfruelig plast og genanvendt plast. De stiller ikke særskilte krav til det genanvendte materiale.

Se også bilag 4 som giver en detaljeret beskrivelse af råvarernes egenskaber som funktion af blandingsforholdet.

Der er gennemført et testprogram svarende til, hvad der forlanges i de europæiske standarder, idet en række test er udført både hos Teknologisk Institut, Wavin, Pipelife og Uponor for at få et mere sikkert datagrundlag. Testene blev gentaget både hos Teknologisk Institut og Wavins laboratorium uden at det medførte samstemmende resultater. En forklaring kunne være, at urenhederne i den genanvendte plast bærer en stor del af skylden for variationen i resultaterne.

EN standarderne stiller krav til den færdige materialeblanding, dvs. blandingen af jomfrueligt og genanvendt plast. De stiller ikke særskilte krav til det genanvendte materiale, som bruges i en blanding med jomfrueligt materiale. Kravene til materialeblandingen er typisk OIT, MFI og en overholdelse af trykprøver, og det er op til rørproducenterne at tilpasse blandingsforholdet, så materialekravene opfyldes. Projektet har derfor valgt at give overordnede retningslinjer, som vist i bilag 4.

5.3.3 Udfordringer og begrænsninger ved udvikling af nye testmetoder (A2, A3, A4, L1, L2)

Kilder til genanvendt plast kan være mange med forskellig grad af sporbarhed og med varierende materialeegenskaber. Ved brug af post-consumer plast, vil der næsten altid være mere eller mindre forureninger i form af partikler og/eller andre polymerer. Ligeledes vil der kunne være variationer i kvaliteten ved hver leverance på grund af varierende kvalitet i inputmateriale, hvilket undgås ved brug af jomfrueligt plast.

I flere tilfælde er der påvist, at selv om man har eller kan opnå de rigtige materialeegenskaber i det genanvendte materiale eller i en compound med genanvendt plast, kan introduktion af genanvendt plast i nogle tilfælde påvirke kvaliteten af produkter fx et rørs levetid og stabilitet overfor tryk.

For at fremme anvendelsen af genanvendt plast vil det derfor være ønskeligt, at det bliver muligt enten at lave hurtige og billige kvalitetskontroltests af materialet eller af de færdige produkter, så der ikke skal ventes på fx en tryktest på 1000 timer. Genanvendt plast skærper med andre ord behovet for hurtig gennemførlig test, som kan sikre langtidsegenskaberne. Fx anvendes testen CRB (Cyclic Cracked Round Bar) for PE, se bilag 5.

En række nationale og internationale projekter beskæftiger sig med at udvikle nye testmetoder til at kunne forudsige kvaliteten af materialer og produkter i forbindelse med brug af genanvendt plast. Det gælder projektet "RHQI", Recycling High Quality Industrial waste (Plastindustrien, 2024) og "Comet-projekt" (TEPPFA; Polymer Competence Center Leoben, 2024). Desværre er der ingen af projekterne, som klart kan indikere hvilke testmetoder, som vil være mest anvendelige.

Materialeleverandør Aage Vestergaard Larsen har i Circular Pipes projektet foretaget nogle undersøgelser og overvejelser i forhold til egne materialer. Kunne der opnås en kvalitet, som var mere egnet til produktion af rør? og er det muligt at lave en test, som kan forudsige eventuel revnedannelse? se bilag 5. Dette har skabt øget viden i projektet og bidraget til en mere nuanceret diskussion blandt partnerne. Dog har projektet ikke haft som delmål at udvikle nye testmetoder.

Arbejdsgruppen konkluderede, at det er følgende test, som muligvis vil være mest relevante at opnå erfaring med, da de kan sige noget om forventning til levetider:

- Slow Crack Growth, CRB test
- Krav til filtrering eller mesh størrelse (størrelse af partikelforurening)

Desuden anbefales de "eksisterende" og gængse krav til materialet: MFI, OIT, renheden af polymer, densitet og farve. Den ideelle situation vil dog være, hvis der bliver udviklet metoder til at udføre en såkaldt "performance based test" (test på produktet alene, ikke på råvaren og produktet) for at gøre det økonomisk rentabelt og tidsbesparende for producenterne.

Et delmål med projektet var oprindeligt at udvikle nye kort- og langtidstest for materialer og/eller de færdige produkter. På baggrund af ovenstående blev det konkluderet, at det ikke var muligt

indenfor projektets tids- og budgetramme. Der foreligger endnu ikke tilstrækkelig med erfaringer og data til at understøtte denne udvikling.

5.3.4 Produktion og evaluering af testresultater (A1, A4, L3)

Der blev produceret tre typer af rør (PP, PE og PVC) og én type brønd (PP), efter afprøvning af forskellige mængder og typer af genanvendt plast. I tabel 1 ses en oversigt over, hvor mange produkter der er produceret i forskellige råvare blandinger, og hvor de er produceret. De produkter, som er blevet valgt til demonstration, er markeret med grå.

Tabel 1. Produktoversigt. De produkter, som er markeret med grå, er blevet demonstreret.
Forkortelser: **V** Virgin, **AVL** Aage Vestergaard Larsen, **P** Plastix, **MB** Master Batch.

Forsøgs- serie	Råmateriale	Mængder (stk.)	Producent
Sprøjttestøbte PP brønde			
1	55% V, 30% AVL, 15% MB	20	Wavin, Hammel
2	55% V, 30% P, 15% MB	20	Wavin, Hammel
3	25% V, 60% AVL, 15% MB	20	Wavin, Hammel
4	25% V, 60% P, 15% MB	20	Wavin, Hammel
5	85% AVL, 15% MB	20	Wavin, Hammel
6	85% P, 15% MB	20	Wavin, Hammel
7	55% V, 15% MB	N/A	Wavin, Hammel
PP EN 1852 Solid Wall sewer pipes, gravitationsledninger, 3 m uden muffer, Ø200			
1	45% AVL, 55% V (brun)	69	Pipelife, Holland
2	45% P, 55% V (grøn)	69	Pipelife, Holland
PVC-rør, SN8, 3 m med muffer, Ø200			
1	45% genanvendt, 55% V i mellemlaget	60	Wavin, Hammel
PE Twin Wall, Structured wall sewer pipes, dobbeltvæggrør, 6 m, Ø315			
1	100% AVL i korrugeret yderlag, 100% V i inderlag	8	Uponor, Finland
2	50% AVL i korrugeret yderlag, 100% V i inderlag	8	Uponor, Finland

Alle produkter blev testet. Der var flere af de testede produkter, som bestod de indledende test. De produkter, som blev valgt ud til demonstrationer (se afsnit 5.3.5), blev udvalgt til yderligere tests for at sandsynliggøre langtidspåvirkningerne ved brug.

I det følgende gennemgås de producerede rør og brønde samt de overordnede testresultater. Detaljerede informationer om produktionen, produkterne, test og anvendte materialer findes i bilag 5 og 9.

Sprøjttestøbte PP-brønde type 1 med Ø200mm tilslutning

For sprøjttestøbte PP-brønde blev der i alt gennemført 6 forsøgsserier (produkter) med to typer af genanvendt plast fra to materialeleverandører: Aage Vestergaard Larsen (AVL) og Plastix. Den genanvendte plast udgjorde hhv. 30%, 60% og 85%. Ved valg af test blev der taget udgangspunkt i INSTA-CERT SBC EN 13598-2, april 2021.



Figur 2: PP brønd



For alle produkter blev der udført trykprøve ved 140 timer, slagprøve/ fald test ved henholdsvis stuetemperatur og -10 C^0 , tæthedstest og stivhedsprøve. Udvalgte produkter blev efterfølgende tryktestet ved 1000 timer. Der var ikke kapacitet til at gennemføre den, efter standarden krævede structural integrity test, så der blev lavet en E-modul måling af materialerne i stedet for. Disse målinger viste, at de færdige brønde havde tilstrækkelig styrke (stivhed i materialet) til at kunne bestå testen for structural integrity.

Der blev observeret forskellige resultater i forbindelse med 140 timers tryktest af de to forsøgsserier hos henholdsvis producent og Teknologisk Institut. I nogle tilfælde blev der registreret brud, og testene blev derfor gentaget på nye prøveemner ved Teknologisk Institut med samme resultat. Forskellene kan skyldes, at der har været flere eller større forureninger i de forskellige prøveemner, eller det kan skyldes unøjagtigheder i testen, fx forkert opmåling af godstykkelse. Derfor blev det besluttet at udføre en langtidstest på 1000 timer jf. standarden.

Der blev produceret 10 brønde med $\text{Ø}200\text{mm}$ tilslutning og $\text{Ø}315\text{mm}$ opføring, samt 10 brønde med $\text{Ø}200\text{mm}$ tilslutning og $\text{Ø}425\text{mm}$ opføring. Brøndene med $\text{Ø}425\text{mm}$ opføring indeholdende 60% genanvendt plast fra Plastix blev installeret.

PP-rør EN 1852, $\text{Ø}200\text{ mm}$, Solid Wall sewer pipes (gravitationsledninger), 3 meter uden muffer

Der blev gennemført to forsøgsserier for PP rør, begge typer med 45% genanvendt plast fra AVL og Plastix. Ved valg af test blev der taget udgangspunkt i EN 1852. Der blev udført mekaniske test samt trykprøve ved 140 og 1000 timer. Begge typer rør bestod 140 timers testene. Ved 1000 timers testen fejlede den ene forsøgsserie efter ca. 230 timer (AVL) og den anden forsøgsserie efter ca. 600 timer (Plastix).



Figur 3: PP-rør

Til demonstration blev begge produkter udvalgt indeholdende 45% genanvendt plast. Der blev produceret i alt 138 PP gravitationsledninger i grøn og brun farve fra hhv. Plastix og AVL. Dobbeltmufferne til sammenkobling af rørene var ikke en del af projektet, og blev derfor indkøbt. De bestod af jomfruelig plast.

PVC-rør, $\text{Ø}200\text{ mm}$, SN8, 3 meter med muffer

Der blev produceret PVC-rør med 45% genanvendt plast hos Wavin i Hammel med genanvendt materiale fra Van Verven i Holland. Ved valg af test blev der taget udgangspunkt i EN 1401, da danske forsyninger foretrækker solid wall rør. Der blev udført mekaniske test samt trykprøve ved 140 og 1000 timer. PVC-røret bestod testene.



Figur 4: PVC-rør

Til demonstration blev 45% genbrugsmateriale (PCR) benyttet i rørets midterlag. Der blev produceret i alt 200 PVC-rør fra Wavin.

PE Twin Wall, $\text{Ø}315\text{ mm}$, Structured wall sewer pipes, dobbeltvæggrør, 6 meter

Der blev gennemført to forsøgsserier for PE dobbeltvæggrør, begge med 100% jomfruelig plast i inderlaget. AVL leverede genanvendt materiale til korrugeret yderlag, hvor serie 1 bestod af 100% genanvendt materiale, og serie 2 bestod af 50% genanvendt materiale blandet med jomfrueligt materiale i yderlaget.



Figur 5: PE-rør

Ved valg af test blev der taget udgangspunkt i EN 13476-3. Der blev udført mekaniske test samt trykprøve ved 140 og 1000 timer. For at nå

1000 timers testen i projektet, blev den sat i gang først, og da begge forsøgsserier fejlede efter ca. 150 timer, blev 140 timers testen ikke udført. Fremtidig produktion af disse rør vil enten være med genanvendt materiale af højere kvalitet eller med en mindre procentdel genanvendt plast.

Plastix' materiale "Oceanix™ HDPE 110-001, Green" blev fejlagtigt og grundet misforståelser ikke testet.

Til demonstration blev forsøgsserie 1 udvalgt med 100% genanvendt materiale i korrugeret yderlag fra AVL. Uponor producerede 8 rør af hver forsøgsserie, i alt 96 m. Fittings var ikke en del af projektet, og blev derfor indkøbt. De bestod af jomfruelig plast.

5.3.5 Demonstration af udvalgte rør og brønde (A5, L4)

Forsyningerne har stillet krav til lokationer for installation og tidsperiode. Lokationskravet handler om, at rørene graves ned et sted, hvor de nemt kan udskiftes ved mulige fremtidige behov for reparation. Kravet til tidsperiode handler om, at gravearbejdet skal passe ind i arbejdsplanlægningen for aktuelle anlægsprojekter.

I den oprindelige tidsplan passede det fint ind, men da projektet blev forsinket, blev arbejdsplanerne skubbet, og to forsyninger havde desværre ikke mulighed for at være med. Overordnet set påvirker det dog ikke resultatet, da rør og brønde blev demonstreret på tre forskellige lokationer i henholdsvis Nordsjælland, Østjylland og Vestjylland. Målet var oprindeligt at få produceret og lagt mindst to afløbskoncepter i jorden. Nedenfor ses på hvilke lokaliteter, rør og brønde blev installeret.

Tabel 2. Installerede rør og brønde på forskellige lokaliteter.

Type rør/brønd	Mængde	Adresse	Forsyning
PP-brønd, Ø200	9 styk	Emborgvej 171, Bjedstrup, 8660 Skanderborg	Skanderborg
PP-brønd, Ø200	1 styk	Åvænget 17-19, 7660 Bækmarksbro	Lemvig Vand
PP EN1852 gravitationsledning, grøn, Ø200	40 m	Amaliestien, Egedal, 3650 Ølstykke	Novafos
PP EN1852 gravitationsledning, grøn, Ø200	50 m	Åvænget 17-19, 7660 Bækmarksbro	Lemvig Vand
PP EN1852 gravitationsledning, grøn, Ø200	40 m	Kærvej, Faare og Rammegårdsvej 17, Ramme, 7620 Lemvig	Lemvig Vand
PVC SN8, Ø200	90 m	Emborgvej 171, Bjedstrup, 8660 Skanderborg	Skanderborg
PVC SN8, Ø200	88 m	Sti Fuglsangsvej – Mattrupvej, 7620 Lemvig	Lemvig Vand
PE dobbeltvæggrør, serie I, Ø315	54 m	Amaliestien, Egedal, , 3650 Ølstykke	Novafos
PE dobbeltvæggrør, serie I, Ø315	108 m	Søndergårdsvænget 12, Virring, 8660 Skanderborg	Skanderborg

Fra juli til oktober 2024 blev der således installeret 10 brønde på to forskellige lokaliteter og 470 meter PP, PVC og PE rør på seks forskellige lokaliteter. Detaljerede informationer og billeder kan ses i bilag 5.

Forsyningerne udarbejdede et kort spørgeskema om, hvordan rør og brønde i genanvendt plast var at installere, i forhold til samme produkter i jomfruelig plast, se bilag 6. Entreprenørerne var

overordnet meget positive i forhold til at arbejde med rør i genanvendt plast. Deres eneste betænkelighed var holdbarheden. I forhold til designet af rør til test bemærkede entreprenørerne, at de hellere ville arbejde med rør med muffe og kortere PE-rør end 6 meters længde. De svarede følgende i forhold til, hvordan det var at installere de enkelte plasttyper:

PP-brønd: Der blev ikke vurderet nogen forskel.

PP EN1852: Entreprenørerne var positive. En entreprenør oplevede ingen forskel fra at arbejde med rør i jomfruelig plast. En anden entreprenør konstaterede, at plasten var lidt hårdere, hvis rørene skulle rejfes i hånden (håndhøvles). Der var dog ingen forskel på at skære i rørene med vinkelsliber.

PVC: Entreprenørerne oplevede ingen forskel fra at arbejde med rør i jomfruelig plast. En entreprenør konstaterede, at rørene var lidt nemmere af rejfe og en anelse tungere end rør i jomfruelig plast.

PE, serie I: Rørene var lidt skæve/bananformede, så det krævede lidt mere opmærksomhed ved lægningen. De var 6 m lange, så entreprenørerne valgte at skære dem op i stykker på 3 m. En entreprenør beskrev yderlaget, som "væsentligt blødere end nyt materiale. Man kan lave mærker, hvis man trykker en negl i overfladen".

Da installation af rør og brønde er foretaget i det sidste halve år af projektet, har det ikke været muligt at opnå erfaring med langtidspåvirkningerne under brug. Alle tre forsyninger har gennemført TV-inspektion ved lægningen af rørene for at kontrollere for revnedannelser.

Skanderborg Forsyning har derudover valgt at udføre TV-inspektion tre måneder efter installationen. Derudover fortager Skanderborg Forsyning stikprøver i forhold til tætheden på rørene. Begge testmetoder udføres desværre først, efter denne slutrapport er udarbejdet.

Det forventes, at der ikke er nogen langtidspåvirkninger under brug, idet de producerede rør og brønde har bestået væsentlige dele af testprogrammet. Dog kan der først konkluderes noget endeligt, når rørene har været i brug i en årrække.

5.3.6 Belysning af livscyklusmæssige konsekvenser, LCA (A6, L5)

Miljøpåvirkningen af de genanvendte materialer er fundet i Plastix' og Aage Vestergaard Larsens datablade og er anvendt som en procentuel reduktion. Grunden til dette er, at TEPPFAs EPD'er og de bagvedliggende LCA-analyser er udarbejdet på andre/ældre Ecoinvent data end dem, som er brugt af Plastix og Aage Vestergaard Larsen.

Miljøpåvirkningskategorier, som fx forsurening, eutrofiering og global opvarmning, er listet i DS/EN 17472:2022 Bilag E. Der er kun klimaforandring, dvs. CO₂-besparelse, der er taget højde for i projektet.

Beregningerne af CO₂-besparelse gælder "Production Stage" A1-A3 samt "End of life" C1-C4. Dette betegnes også som "Cradle to Gate". Der er i dette projekt ikke medtaget beregninger af installationen af rørene samt driftsfasen, da begge anses for ens, uanset om produkterne er lavet med genanvendt materiale eller ej. Desuden er transportafstande, tætningsringe samt konvertering (ekstrudering eller sprøjtstøbning) regnet ens for genanvendt og for jomfrueligt materiale.

Denne beslutning er baseret på erfaring samt en konstatering af, at cyklustider for støbning af brønde er ens uanset valget af tilsætning af genanvendt materiale.

Beregningerne i bilag 7 viser CO₂-besparelser fra 24-59%. I nedenstående tabel ses CO₂-besparelsen for hver af de fire produkter:

Tabel 3. CO₂-besparelser for de fire produkter

Produkt	CO ₂ -besparelse
Sprøjttestøbte PP-brønde med 60% genanvendt materiale	ca. 52%
Ø200mm PP-rør, EN 1852, gravitationsledning med 45% genanvendt materiale	34%
Ø200mm PVC-rør, EN 1401/EN 13476 med 45% genanvendt materiale	31%
Ø315mm dobbeltvæggrør, EN 13475 med 50% genanvendt materiale i yderlag	24%
Ø315mm dobbeltvæggrør, EN 13475 med 100% genanvendt materiale i yderlag	59%

I standarderne taler man om "design life", hvilket ikke må forveksles med "service life" (levetid). Design life i standarderne er typisk 50 år, mens 100 års levetid anses for realistisk. Det er rørbranchens erklærede mål, at brug af genanvendte materialer ikke må gå ud over hverken kvalitet eller sikkerhed, hvorved LCA-beregningerne i bilag 7 for produkter med og uden genanvendt materiale er direkte sammenlignelige.

5.3.7 Grundlag for forsyningernes udbud og etablering af rørledninger med genanvendt plast (A6, L6)

Forsyningerne møder nogle udfordringer, når de udformer udbud, hvor genanvendt plast indgår i anlægsprojekter. I det følgende er beskrevet, hvilke udfordringer og dilemmaer, som forsyningerne møder.

Politisk prioritering

Kommunerne lægger forskelligt politisk pres på forsyningerne i forhold til bæredygtige indkøb. DK2020 planen kan lægge et mere ensartet pres på alle kommuner (Wesnæs et al., 2023). Nogle kommuner har mere fokus på eget CO₂-aftryk fremfor forsyningens. Hvis der er en politisk beslutning om, at der betales en merpris for bæredygtige indkøb, skal kravene skrives til forsyningerne, som kan indarbejde det i deres udbud. Når kommunen lægger pres på mere bæredygtige løsninger, vil borgerne få en takststigning, som Forsyningssekretariatet skal fastsætte.

Forsyningens bestyrelse

Bestyrelsen kan stille krav til den enkelte forsyning i en bæredygtighedsstrategi, hvor fx en 40-40-20 løsning (pris-kvalitet-bæredygtighed) benyttes. De grønne indkøb vil dermed blive mere konkurrenceudsatte, end de er i dag.

Benchmark af forsyninger

Benchmark af forsyningerne bør se på andet end pris jf. Lov om vandsektoren. Forsyningerne kan bidrage til at DANVA kan løfte problemstillingen for Forsyningssekretariatet. Udfordringen er, at der kan være en opstartsinvestering, hvor grønne løsninger vil være dyrere i starten, indtil markedet regulerer det.

Målfastsætte bæredygtige løsninger

Objektive tildelingskriterier i udbud i forhold til målbare, bæredygtige løsninger kan være svære at udforme. Forsyningen kan udarbejde en baseline for forbruget af CO₂ på anlægsprojekter og

bruge mindstekrav fra fx EPD'er. En evt. bod kan beregnes ud fra, at CO₂-besparelse skal findes et andet sted, hvis det grønne produkt ikke leveres som aftalt.

Der kan også arbejdes med skyggepriser, hvor prisen afspejler de samfundsøkonomiske omkostninger. Klimarådet (2020) vurderer, at et ton sparet CO₂ kan prisfastsættes til 1.500 kr.

Der er ret frie muligheder for at fastlægge miljøkrav i udbud. Den nye udgave af udbudsloven pr. 1. juli 2022 giver hjemmel til et "køb-grønt-eller-forklar princip". Det vil i fremtiden skulle forklares, hvis der ikke købes "grønt". En lidt højere pris for klimavenlige produkter kan accepteres, så længe der er en saglig grund fx strategisk klimadagsorden.

LCA'er er projektspecifikke og skal gælde for samme funktionelle enhed, tredje parts verificeres og kan derfor ikke sammenlignes. Kunne man i stedet bruge EPD'er? Problemet er, at EPD'erne også er leverandør- og produktspecifikke. Byggevaredirektivet foreskriver EPD'er, og dermed forventes de anvendt fremover, fremfor LCA'er. Information fra EPD'er for fx rør er ved at blive eskaleret via en "declared unit", som gør, at man kan udregne per meter rør (skalerbart). Se "EPD Calculator" på <https://www.teppfa.eu/sustainability/responsible-consumption-and-production/environmental-footprint/epd/epd-calculator/>

Forsyningerne er forskellige, så det er svært at lave udbudsskabeloner, hvor et lavt CO₂-aftryk efterspørges. Udfordringen kan være manglende udbud af "grønne" produkter. Der kan evt. gives bonus i forhold til CO₂-belastning og overholdelse af hensigtserklæringer i tilbud/kontrakter. Se bilag 8 med forslag til krav til brug af EPD'er i udbud.

Projektering

Projektlederen bør overveje i projekteringen af et anlægsprojekt, om CO₂-aftrykket kan nedbringes fx ved at indhente EPD'er for forskellige materialer. Der bør gøres op med vanetænkningen i forhold til brug af beton, da plastrør i genanvendt plast bliver lettere og billigere med tiden.

Der opleves udfordringer med at få rør i genanvendt plast. Rørbranchen vil gerne producere rørene, hvis de efterspørges. Der er noget forsinkelse i forhold til at skaffe nok genanvendt materiale, men det handler om at få sat gang i efterspørgslen.

5.3.8 Europæisk og nordisk samspil med NPM-sigte på 2025 (A0, (A1 – A6), A7, L7)

Nordic Poly Mark (NPM) er en frivillig produktcertificeringsordning i Sverige, Norge, Danmark og Finland. Ordningen har rødder tilbage i en næsten identisk byggetradition i de nordiske lande, hvor man ønsker højere krav til plastrørsprodukter, end der findes i de eksisterende europæiske produktstandarder. Årsagen er en hård undergrund, store højdevariationer (især i Norge), risiko for frost og andre udfordringer.

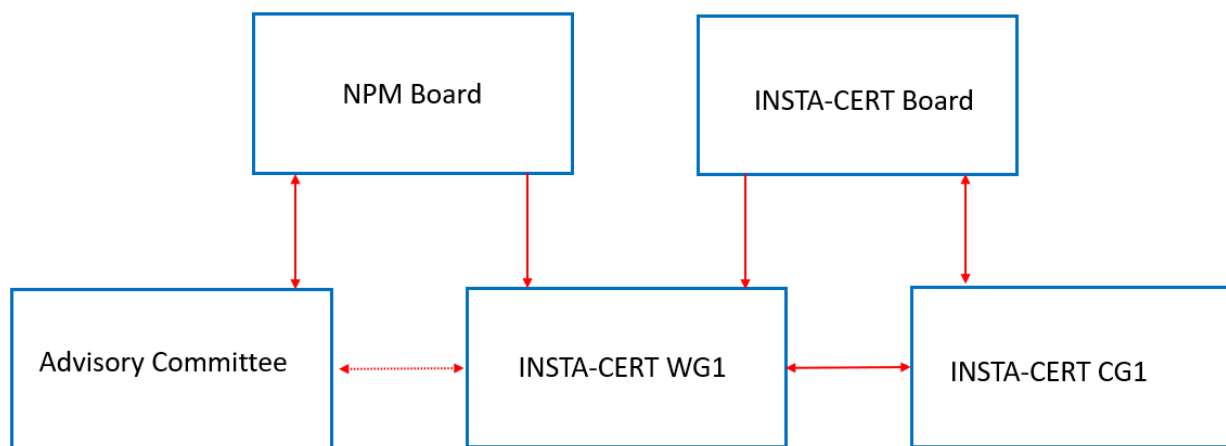
Ved CE-mærkningen, der refererer til harmoniserede standarder, har producenten kun pligt til at udstede en overensstemmelseserklæring eller at lade sig overvåge af et uafhængigt testinstitut. NPM er et frivilligt kvalitetsmærke, som kræver tredjepartskontrol og stiller dermed højere krav til kontrol af produkter end CE.

Governance for NPM er bygget op omkring et NPM Board med følgende repræsentanter: DANVA, Svenskt Vatten, Norsk Vann, VVY (Finland), Uponor, Pipelife, Wavin, Borealis og Ineos. De tager beslutninger om bl.a. de overordnede retningslinjer for Nordic Poly Mark ordningen. NPM Advisory Committee undersøger og indstiller beslutninger til NPM Board.

INSTA-CERT Board har til opgave at administrere Nordic Poly Mark ordningen og udfærdige SBC'er (Særlige betingelser for certificering). INSTA-CERT er en nordisk gruppe af

certificeringsorganer. Certificering af Inesta-Cert betyder, at certifikaterne vil være gyldige og anvendelige i alle de nordiske lande: Danmark, Finland, Norge og Sverige. INSTA-CERT består af: Inspecta Sertifiointi, Finland; Norner AS, Norge; RISE Certification, Sverige og Dancert A/S, Danmark.

INSTA-CERT ønsker at implementere certificering på grundlag af standarder eller tilsvarende dokumenter, som er tilpasset de nordiske forhold. Producenter og købere har mulighed for certificering med et højt kvalitetsniveau i et etableret system, der er dybt forankret i de fire nordiske lande. Beslutning om ændringer af regler og standarder under INSTA-CERT sker altid i enighed. Aktuelt tillader standarderne ikke anvendelse af ikke-jomfrueligt plastmateriale i rør, og ændring heraf skal derfor accepteres af alle medlemslande.



Figur 6: Governancemodel for Nordic Poly Mark. Formand for NPM Board er Carl-Emil Larsen, DANVA og formand for INSTA-CERT Board er Torben Vonsild, Teknologisk Institut

Advisory Committee fik af NPM Board mandat til at komme med et forslag til INSTA-CERT WG1, om at åbne de standarder, som er relevante for at bruge genanvendt plast ved produktion af rør. I september 2023 udarbejdede INSTA-CERT WG1 en kortlægning af standarder for rør, som viser hvilke typer af materialer, der kan godkendes. TEPFFA har udarbejdet en mere simpel oversigt, se bilag 11.

Resultater og anbefalinger fra nærværende projekt er præsenteret for INSTA-CERT i oktober 2024 i forbindelse med INSTA-CERTs 20-års jubilæum. Projektet anbefaler, at NPM åbner for brug af genanvendt materiale i de produkter, som er testet i projektet, og for genanvendt materiale, som er i overensstemmelse med gældende EN-standarder.

Gennem NPM har projektpartnerne i Circular Pipes initieret dialog med interessenter fra de øvrige nordiske lande, se afsnit 3.4. Det resulterede i at lade koordinering og faglige drøftelser ske gennem de etablerede nordiske møder i relation til NPM. Ved disse møder i Danmark og Sverige har projektet været repræsenteret ved NPG Danmark (Peter Sejersen) og blandt andet gennem forskellige indlæg. Ligesom Circular Pipes er præsenteret for en bred målgruppe via Foodtech messen i 2024.

Formålet med møderne har været at præsentere projektet og inspirere repræsentanter fra de øvrige nordiske lande til at gennemføre lignende projekter med henblik på erfaringsudveksling. Der blev desværre ikke iværksat tilsvarende tiltag i de andre lande.

5.4 anbefaling og konklusion

Baseret på testresultaterne og erfaringerne med installation af produkterne anbefaler projektet, at Nordic Poly Mark åbner for brug af genanvendt materiale i overensstemmelse med gældende EN-standarder.

Der arbejdes aktivt i CEN/TC 155 WG13 og WG28 på at muliggøre yderligere åbninger for genanvendt materiale, og store ændringer i de europæiske standarder forudses i de kommende år. Materialeproducenter, rørproducenter, testinstitutter samt forsyningerne er involveret i standardiseringsarbejdet.

Projektet Circular Pipes viser, at det er muligt at producere plastrør og brønde baseret på genanvendt plast. Følgende mængder genanvendt plast var muligt at bruge, når diverse tests skulle bestås:

- Sprøjttestøbt brønd Ø200 mm i PP med 60% genanvendt plast blev installeret på to lokaliteter. Der var potentiale til at øge mængden til 85% genanvendt plast. Test efter EN 13598 blev gennemført på syv forsøgsserier á 20 stk. med hhv. 30%, 60% og 85% genanvendt plast.
- PP gravitationsrør Ø200 mm med 45 % genanvendt plast, som blev installeret på tre lokaliteter. Test efter EN 1852 blev gennemført på to forsøgsserier á 69 stk. med forskellig type genanvendt plast. Begge forsøgsserier bestod 140 timers trykprøverne, men ikke 1000 timers trykprøverne
- PE dobbeltvæggrør Ø315 mm. Test efter EN 13476 på to forsøgsserier á 8 stk. hvor yderlaget (korrugeret) var hhv. 100% og 50% genanvendt plast, mens inderlaget var 100% jomfruelig plast. Serien med 100% genanvendt materiale i korrugeret yderlag blev installeret på to lokaliteter. Materialet med 100% og med 50% genanvendt materiale bestod dog ikke tryktesten (fejlede ved ca. 150 timer), så fremtidig produktion af disse rør vil enten være med genanvendt materiale af højere kvalitet eller med en mindre procentdel.
- PVC-rør Ø200 mm med 45% genanvendt plast blev installeret på to lokaliteter. Test efter EN 1401 af en forsøgsserie på 200 stk. blev gennemført og bestod alle test.

Projektet indikerer, at i hvert fald to danske producenter af genanvendt materiale kan levere henholdsvis PP og PE i høj kvalitet, som gør det muligt at integrere en betydelig procentdel genanvendt plast i de nævnte rør. De genanvendte råvarer med passende blanding jomfrueligt materiale består både de mekaniske, kemiske såvel som korttids- og langtidsholdbare tests.

Produktion, test og dokumentation er foregået i et tæt samarbejde på tværs af hele værdikæden. Det har krævet et stærkt branchemæssigt og udviklingsorienteret samspil, hvor videndeling har været en afgørende faktor. Forsyningerne har blandt andet fået indblik i, hvordan man designer og beregner rørsystemers levetid.

Samlet set blev der gennemført et mere omfattende test- og analysearbejde end angivet i ansøgningen. De fire produkter er blevet testet i flere omgange, da testresultaterne fra Teknologisk Instituts og Wavins laboratorier ikke var i overensstemmelse. Det ambitiøse testprogram resul-

terer i et bedre datamateriale og dermed mere sikre resultater i forhold til robusthed og levetid. De nordiske krav til lav temperatur m.m. opfyldes via kravene i EN-standarderne.

Entreprenørerne var positive i forhold til at arbejde med produkter i genanvendt plast.

Forsyningerne peger på forskellige udfordringer ved brug af genanvendt plast inden for: Politisk prioritering, forsyningens bestyrelse, benchmark, målfastsættelse af bæredygtige løsninger og projektering. Inspiration til formuleringer i udbud er beskrevet.

Det må forventes, at når efterspørgslen stiger hos forsyningerne, vil der på sigt komme et større udbud af genanvendt råmateriale og rør. Som følge heraf vil resten af værdikæden også komme på plads og blive rentabel med flere opsamlings- og forarbejdningsvirksomheder.

Konklusionen underbygges af resultaterne fra det tidligere VUDP 2020 projekt, som skabte grundlaget for videre test og dokumentation af forskellige materialeløsninger til rør, med henblik på Nordic Poly Mark mærkning. For begge projekter gælder, at de kun kunne udføres, fordi der var en stor vilje til samarbejde og videndeling på tværs af hele værdikæden.

6. Litteraturliste

Bryder, Kaj; Schipperheijn, Isa; Sejersen, Peter (2022): Plastrør til fremtidens forsyningsledninger. DANVA projekt id 13.2020. Udgiver: Lemvig Vand og Teknologisk Institut.

<https://www.danva.dk/publikationer/vudp-rapporter/plastroer-til-fremtidens-forsyningsledninger/>

DANVA (2022): Vand i tal 2023. DANVA, Dansk Vand- og Spildevandsforening, Godthåbsvej 83, 8660 Skanderborg. Redaktion: Volquartz, Mads; Sørensen, Thomas Bo; Larsen, Carl-Emil.

<https://www.e-pages.dk/danva/267/>

Drikkevandsdirektivet (EU) 2020/2184

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184>

Europa-Parlamentet (2024): Aftaletekst om reduktion, genbrug og genanvendelse af emballage, 24.04.2024. <https://www.europarl.europa.eu/news/da/press-room/20240419IPR20589/nye-eu-regler-om-reduktion-genbrug-og-genanvendelse-af-embal-lage>

Klimarådet (2020): Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion. Udgivet marts 2020.

ISBN-13: 978-87-998744-8-4. <https://klimaraadet.dk/da/rapport/kendte-veje-og-nye-spor-til-70-procents-reduktion>

Plastics Europe (2024): The Circular Economy for Plastics. A European Analysis. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/the-circular-economy-for-plastics-a-european-analysis-2024/>

Plastindustrien (2022): Det store plastleksikon. <https://plast.dk/det-store-plastleksikon/>

Plastindustrien (2024): Plastprisen 2024 nominering af RHQI (Recycling High Quality Industrial waste), Christiansen, Jesper de Claville. Støttet af Innovationsfonden, Grand Solution.

<https://plast.dk/wp-content/uploads/2024/05/Indstilling-RHQI.pdf>

Politisk aftale (2020): Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi, 16.06.2020, aftale mellem regeringen (Socialdemokratiet) og Venstre, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti, Liberal Alliance og Alternativet, side 15

<https://www.regeringen.dk/media/9591/aftaletekst.pdf>

Schipperheijn, Isa (2023): Genanvendelse af PVC skal styrke den grønne omstilling for vandsektoren, Teknik & Miljø, side 24-27.

TEPPFA; Polymer Competence Center Leoben Østrig (2024): Comet-projekt.

https://www.meinbezirk.at/leoben/c-wirtschaft/leobener-forscher-entwickeln-materialien-fuer-die-zukunft_a4865809

TEPPFA (2024): Circular Plastics Alliance: A step closer to 10 million tonnes of recycled plastics, <https://www.teppfa.eu/latest-news/circular-plastics-alliance-a-step-closer-to-10-million-tonnes-of-recycled-plastics/>

Wesnæs, Marianne; Petersen, Jacob Dyrby; Hansen, Emilie Berg; Gabriel, Søren (2023): Inspiration til reduktion af CO₂-aftryk fra anlægsprojekter. Præsentation på DANVA Dansk Vand konference den 22.11.23, slide 6.

WUPPI (2023): WUPPI faktaark plastrør B - Sådan opfyldes de høje nordiske kvalitetskrav til plastrør med genanvendt PVC. WUPPI, Wavin, Lemvig Vand og Klimatorium

<https://wuppi.dk/wp-content/uploads/2023/05/rpvc-roer-faktaark.pdf>

7. Særlige begreber og forkortelser

I gennem rapporten nævnes forskellige organisationer, certificeringer og forkortelser, hvor de mest relevante er forklaret efterfølgende.

Begreb/forkortelse	Forklaring
Audittest	Test gennemført som led i en overvågning (audit testing) af en produktion og med henblik på at eftervise overensstemmelse med det typegodkendte produkt.
Bæredygtig udvikling	Bæredygtig udvikling defineres ofte som ”en brug af jordens resurser, der skaber balance mellem udnyttelse og beskyttelse, så vi ikke ødelægger vores livsgrundlag.
CEN	European Committee for Standardization. CEN udvikler europæiske standarder og arbejder for at fremme frivillig, teknisk harmonisering i Europa, https://www.cencenelec.eu/european-standardization/
CEN/TC 155 / WG13	CEN/TC 155/WG 13 "Buried Thermoplastics piping systems for surface-water and foul-water drains and sewers"
CEN/TC 155 / WG28	CEN/TC 155/WG 28 "Test methods for assessment of lifetime of non- pressure thermoplastic piping systems"
Compound	Blanding eller sammensætning af materiale.
Dansk Standard	Dansk Standard er Danmarks Standardiseringsorganisation, https://www.ds.dk/da
DANVA	Dansk Vand- og Spildevandsforening
DK-VAND	Frivillig sundhedsmæssig certificeringsordning for produkter der anvendes i drikkevandsforsyningen. Etableret i 2014 af danske vandforsyningselskaber og danske plastrørsproducenter i samarbejde med Teknologisk Institut. Certificering varetages af Dancert A/S. Yderligere info på: https://dk-vand.org/
Certificering	Se ”Produktcertificering”.
Cirkulær økonomi	Cirkulær økonomi er kendetegnet ved bæredygtig udvikling, fremstilling og forbrug samt genbrug og genanvendelse på tværs af værdikæder, hvilket bidrager til en bedre forvaltning af jordens ressourcer. Cirkulær økonomi er derfor også med til at accelerere den grønne omstilling.
CPA	Circular Plastics Alliance er en europæisk samarbejdsorganisation, som i samarbejde med EU-kommissionen arbejder på at opnå 10 millioner tons genanvendt plast bliver brugt til at fremstille produkter i Europa i 2025.
CRB	Cyclic Cracked Round Bar test efter ny ISO 18489
EN-standard	Produktstandarder udviklet gennem CEN/CENELEC, https://www.cencenelec.eu/
EPD	Environmental Product Declaration er en miljøproduktdeklaration, der bygger på den europæiske standard EN 15804 ”Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg – Miljøvaredeklarationer – Grundlæggende regler for produktkategorien byggevarer”. EPD’er er primært beregnet til at lette business-to-business transaktioner, selvom de også kan være til gavn for forbrugere, der er miljøbevidste, når de vælger varer eller tjenester.
ESG-rapportering	Rapportering af bæredygtighed inden for de tre områder ”environmental, social and governance”



FN verdensmål	Forenede Nationer (FN's) 17 verdensmål, herunder med Nr. 6 Rent vand, sanitet og hygiejne samt nr. 11 Bæredygtige byer og lokalsamfund, som særligt relevante
Forsyninger	De danske vand-infrastrukturers offentlige udøvere (vandforsyninger), dvs. dækkende både vandforsyning og spildevand/afløb. Betegnes også som vandsektoren eller vandselskab.
Genanvendt plast	Genanvendelse er i modsætningen til genbrug en proces, hvor der er tale om at det genanvendte produkt (fx plast) tager ny form. Eksempler herpå kan være fiskenet, plastflasker mv. som bruges i produktionen af plastrør. Der skelnes ofte, se fx peEN14451, mellem: <ul style="list-style-type: none">- Virgin material: Plastmateriale i form af pellets, granulat, pulver, fnug osv., der ikke har været udsat for anden brug eller forarbejdning end den, der er nødvendig for dens oprindelige fremstilling- Reworked material: Plastmateriale fra afviste ubrugte produkter eller afpuds, der kan genvindes inden for samme proces, som genererede det- Pre-consumer material: Plastmateriale afledt fra affaldsstrømmen under en fremstillingsproces, undtagen omarbejdet/reworked (plast)materiale- Post-consumer material: Plastmateriale genereret af husholdninger eller af kommercielle, industrielle og institutionelle faciliteter i deres rolle som slutbrugere af produktet, og hvor produktet ikke længere kan bruges til dets tilsigtede formål.
Genbrugt plast	Genbrug er definitionen for en proces, hvor den samme genstand (rør, flaske etc.) bruges til det samme formål mere end én gang
Grøn omstilling	Grøn omstilling er den danske betegnelse for alle de tiltag, som har til formål at afværge, begrænse eller udskyde følgerne af den globale opvarmning. Grøn omstilling omfatter også ændringer i adfærd mht. forbrug, fx mere genbrug eller genanvendelse.
INSTA-CERT	Nordisk gruppe af certificeringsorganer. INSTA-CERT certificering er en frivillig ordning for alle slags vand- og afløbsprodukter, https://www.insta-cert.net/
ISO-standarder	ISO-standarder er internationalt aftalt af eksperter. Tænk på dem som en formel, der beskriver den bedste måde at gøre noget på, https://www.iso.org/standards.html
Kvalitet	Kvalitet defineres her som et sæt materialeegenskaber, som ét specifikt materiale har sådan som MFI, slagstyrke, trækstyrke osv. Ved sammenligning af et materiale med ét sæt materialeegenskaber op imod nogen bestemte krav beskrevet i en standard, vil afvigende materialeegenskaber beskrives som en ændret eller forringet kvalitet i henhold til kvaliteten, der efterspørges i denne standard.
LCA	“Life Cycle Assessment” eller “Livscyklusanalyse” tager afsæt i ISO 14040 and ISO 14044 og inddrager de centrale elementer i en miljøbelastning, herunder belastning af ressourceforbrug for mineraler, olie og andre ikke fornybare ressourcer, forurensningspåvirkninger, eutrofiering (overgødsning af søer og hav-områder), nedbrydning af ozon, og naturligvis påvirkningen på den globale opvarmning.
Materiale-leverandører	Producenter og leverandører af granulat af genanvendt plast.
MB	Master Batch. En blanding af tilsætningsstoffer. I dette tilfælde farvestof (sort) og talkum (gør produktet stivere og øger E-modulet).
MFR	Meltmass Flowrate. Ved PP og PE laves normalt test af MFR og OIT (Oxidation time). Testene laves typisk på råvaren (granulatet) for at sikre, at kvaliteten er i orden, inden man producerer rørene. For MFR er det også normalt, at man laver en måling af et færdigt rør og sammenligner med granulatet.

MFI	Melt Flow Index
NPG	Nordisk Plastrørs Gruppe (The Nordic Plastic Pipe Association) og i Danmark repræsenteret ved NPG Danmark, der dækker en række plastrørvirksomheder. Er medlem af TEPPFA og håndterer Rørsektionen i Plastindustrien.
NPM	Nordic Poly Mark, frivillig certificeringsordning for forsyningsrør af plast, som håndteres af INSTA-CERT, https://nordicpolymark.com/
OIT	Oxidative-induction time test. Ved PP og PE laves normalt test af MFR (Meltmass Flow-rate) og OIT (Oxidation time). Testene laves typisk på råvaren (granulatet) for at sikre, at kvaliteten er i orden, inden man producerer rørene.
PCR / PC	Post-Consumer Recycled / Post-Consumer. En type plast fremstillet af genbrugsmaterialer, som allerede er blevet brugt af forbrugerne. Genbrugsmaterialerne kan komme fra en række forskellige kilder.
PE, PEX, PP og PVC (PVC-u)	Plasttyperne: Polyethylen (PE), Krydsbundet polyethylen (PEX), Polypropylen (PP) og Polyvinylchlorid (PVC) inkl. PVC-u (uden blødgørere).
Plastindustrien	Brancheforening for danske plastvirksomheder, herunder NPG DK, Aage Vestergaard Larsen og Plastix.
Produktcertificering	Produktcertificering dokumenterer, at et produkt overholder givne standarder. Certificeringen tildeles typisk på baggrund af en typetest baseret på opfyldelse af kendte krav fx en standard og følges op med audittest og andre kontroller.
REACH krav	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances er navnet på en forordning (EF nr. 1907/2006) fra Europa-Kommissionen, der har til formål at sikre, at de 100.000 forskellige typer kemikalier, der bruges i EU, er dokumenteret med hensyn til sikkerhed for mennesker og miljø.
Rørleverandører	De producerende og leverende firmaer af plastrør i dette projekt.
SBC	Særskilte Bestemmelser for Certificering, hvor tillægskrav til produktstandarden er beskrevet. De fleste produktstandarder er i dag EN-standarder. For hvert produkt mærket med Nordic Poly Mark er krav og prøvetagningsfrekvens angivet i en SBC. Tillægskravene i SBC'erne løfter EN-standardernes kvalitetsniveau.
SCG	Slow Crack Growth test
TEPPFA	Den europæiske brancheorganisation for plastrør og fittings (The European Plastic Pipe and Fittings Association), herunder danske plastrørsproducenter, som også indgår i NPG Danmark, https://teppfa.eu
Test	En handling, der har til formål at fastslå kvaliteten, ydeevnen eller pålideligheden af noget – her et plastrør. "Test" er et synonym for det tidligere hyppigt anvendte danske ord "prøvning".
Typetest	En test/prøvning af en eller flere prøvekomponenter af samme type/produkt og producent for at kvalificere andre komponenter af samme type og producent.

Bilag

Bilag 1. Markedsvolumener

Dette bilag skal understøtte afsnit 4.1 og 5.3.1 og dermed kvantificere potentialet for brug af genanvendt materiale i Danmark.

Der findes officielle rapporter, der opgør markederne i Europa og i verden. Nogle rapporter rapporterer markedets størrelse i meter, nogle i omsætning, og endelig findes der en rapport, som baserer sig på volumen (vægt). Da vi skal bruge opgørelsen til et estimat af effekten af genanvendt materiale, er det mest praktisk at basere sig på volumen (vægt).

Her kunne man anvende "Ceresanas Market Study: Plastic Pipes – Europe", men desværre afviger tallene fra almindelig konsensus i rørbranchen, idet Ceresanas tal er langt højere end den almindelige opfattelse blandt producenter. Andre rapporter som fx "AIM Plastics Gravity Pipes Europe 2022" opgør de store europæiske lande hver for sig, men rapporterer Norden i konsoliderede tal.

Der findes ingen samlet opgørelse i branchen, da indsamling af disse data er konkurrencefølsomme, og man i tilfælde af fx lækkede oplysninger kan komme i konflikt med konkurrencelovgivningen.

Vi har derfor baseret opgørelsen på et estimat, hvor ledende medarbejdere fra branchen på NPG-bestyrelsesmødet den 21. november 2023 har bekræftet nedenstående tabel, som bedste og mest aktuelle viden på det årlige salg i Danmark opgjort til i alt 73.000 tons:

Tabel.. Årligt salg af polymer i Danmark, 2024

Polymer type	ktons
Polyethylene	46
Polypropylene	9
PVC	15
PEX	3
Total salg	73

Dette salg fordeler sig på forskellige applikationer, hvoraf kun nogle er egnet til optagelse af genanvendt materiale, hvorimod fx drikkevandsrør ikke kan komme i betragtning med de nuværende teknologier for mekanisk genanvendelse. De egnede applikationer er ikke tryksatte afløbsrør, drænrør brugt i fx landbruget samt kabelbeskyttelsesrør. Fra forskellige europæiske opgørelser skønnes det, at i Vesteuropa udgør afløbsrør ca. 45% af volumen, kabelbeskyttelsesrør ca. 12% og drænrør og landbrugsprodukter ca. 4%.

Alt i alt vil 61% af det årlige salg således kunne optage genanvendt materiale eller omregnet til volumen: 45 ktons vil i et eller andet omfang være egnet til optagelse af genanvendt materiale. Procentsatsen af hvor meget hvert produkt kan optage, kan ikke på det foreliggende grundlag skønnes, og vil afhænge af både det aktuelle produkt, produktionsteknologien til rådighed, tilgang til genanvendte materialer i tilstrækkelig kvalitet og omfang samt kundernes indstilling og accept af produkterne.

Bilag 2. Miljømæssige effekter af genanvendt plast

Genanvendt plast, også kendt som post-consumer recycle/resin (PCR), refererer til plastmaterialer, der er blevet indsamlet efter brug, eller som har nået sit end-of-life og derefter bearbejdet til en ny råvare, som kan anvendes igen i nye produkter.

Genanvendt plast, PCR, har flere positive langsigtede miljømæssige effekter:

1. Reduktion af affald: Ved at genanvende plast minimeres mængden af affald, der ender på lossepladser, i forbrændingsanlæg og i havet, hvilket hjælper med at beskytte økosystemer og dyreliv.
2. Mindre ressourcetræk: Genanvendt plast reducerer behovet for udvinding af nye råmaterialer som olie og gas, der bruges til at producere ny plast. Dette mindsker den miljømæssige belastning ved udvinding og forarbejdning af disse ressourcer.
3. Væsentlig CO₂-besparelse: Genanvendt plast kræver generelt mindre energi end produktion af ny plast, hvilket fører til væsentlig lavere CO₂-udledninger og bidrager til bekæmpelse af klimaforandringer.
4. Bevarelse af energi: Genanvendt plast sparer energi, som ellers ville være nødvendig for at producere nye plastmaterialer, hvilket kan have en positiv indvirkning på energiforbruget globalt.
5. Skabelse af en cirkulær økonomi: Genanvendt plast fremmer en cirkulær økonomi, hvor materialer genanvendes og genbruges, hvilket fremmer bæredygtighed og reducerer behovet for affaldshåndtering.

På den måde spiller brugen af genanvendt plast en vigtig rolle i at mindske miljøpåvirkningen og fremme bæredygtighed på kort såvel som på lang sigt.

Kilder:

- EU-Kommissionens Plaststrategi: https://ec.europa.eu/environment/waste/plastics_strategy.htm
- Cirkulær Økonomi Handlingsplan: <https://ec.europa.eu/circular-economy>
- A European Strategy for Plastics: https://environment.ec.europa.eu/strategy/plastics-strategy_en
- EuPC: <https://www.plasticsconverters.eu/>
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA): "Advancing Sustainable Materials Management: Facts and Figures" <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/advancing-sustainable-materials-management>
- The National Recycling Coalition: "The Benefits of Recycling"
- Plastics Europe: "Plastics: The Facts 2020", UNEP (United Nations Environment Programme) - "Single-Use Plastics: A Global Snapshot of Plastic Pollution" <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2020/>

Bilag 3. Grundlag for udvælgelse af rør og brønde

Fire produkter blev i starten af projektet valgt. De skulle produceres blandt NPGs medlemmer og installeres af forsyningerne. I dette puslespil var det vigtigt, at vælge produkter som:

- kan produceres i Norden
- er almindeligt brugt og anerkendt af forsyningerne
- har en stor volumen på landsplan, og som derfor vil have en betydelig effekt på CO₂-udledningen, når genanvendt materiale anvendes
- dækker de i rørbranchen anvendte plastmaterialer
- udviser en spredning på tværs af europæiske standarder, så produkter, der allerede kan certificeres med genanvendt materiale såvel som produkter, hvor standarderne er lukkede herfor, er repræsenteret.

Skemaet nedenfor viser resultatet og konsensus af partnernes diskussioner:

Tabel. Skema med de fire valgte produkter i projektet.

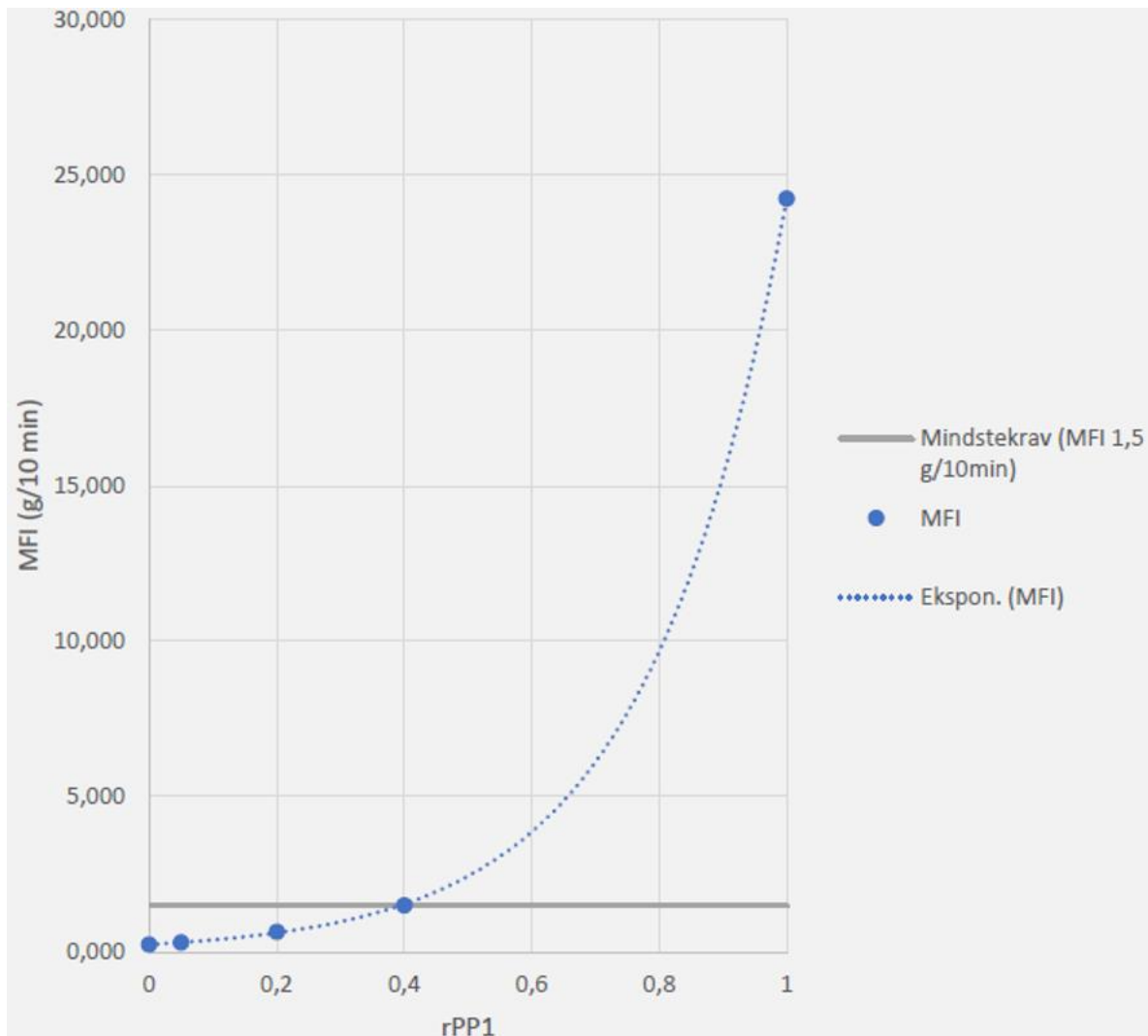
Standard	Product	Limit Other materials	CEN-initiative	Material	Production responsible	Pipe dimension
EN 1401	PVC Sewer pipes	20%		PVC	Wavin, Hammel	Ø200
EN 13476-3	PE Structured wall sewer pipes (B)	0%	Yes, ongoing	PE	Uponor, Jita, Finland	Ø315
EN 13598	PP brønd, manhole and chambers	100%		PP	Wavin, Hammel	Ø315/425 base, Ø200 connection
EN 1852	PP Solid Wall sewer pipes	0	Yes, pending	PP	Pipelife, Enkhuizen	Ø200
			Legend			
					Already according to EN Standards	
					Already according to (a different) EN Standards	
					Expected to be in accordance with the amended standard 2024	
					Not in accordance with EN Standards	

Bilag 4. Aage Vestergaard Larsens undersøgelse af materialer

Undersøgelse af inkorporering af rPP i compound med virgin PP med ekstruderingskvalitet.

Effekt af % rPP på flydeegenskaber

- EN 1852-1: Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage – Polypropylene (PP)
- Compounds blev lavet af rPP fra PCR HS kilde benævnt som sprøjttestøbningskvalitet (MFI > 20)
 - 5%, 20%, 40% og 100% rPP1
- Følger den generelle tendens for PP: $MFI = Ae^{Kx}$
 - Lineær relation i logaritmisk skala
 - Materiale med lav MFI mere dominerende end materiale med høj MFI
- Ud fra MFI-kravet kan 40% tilsættes af denne rPP





Mekaniske korttidsegenskaber

Slagfasthed

- Generel tendens med reduktion ved øget andel rPP
- Ingen korrelation med MFI iht. "Lav MFI"-materiale er dominerende

Trækstyrke

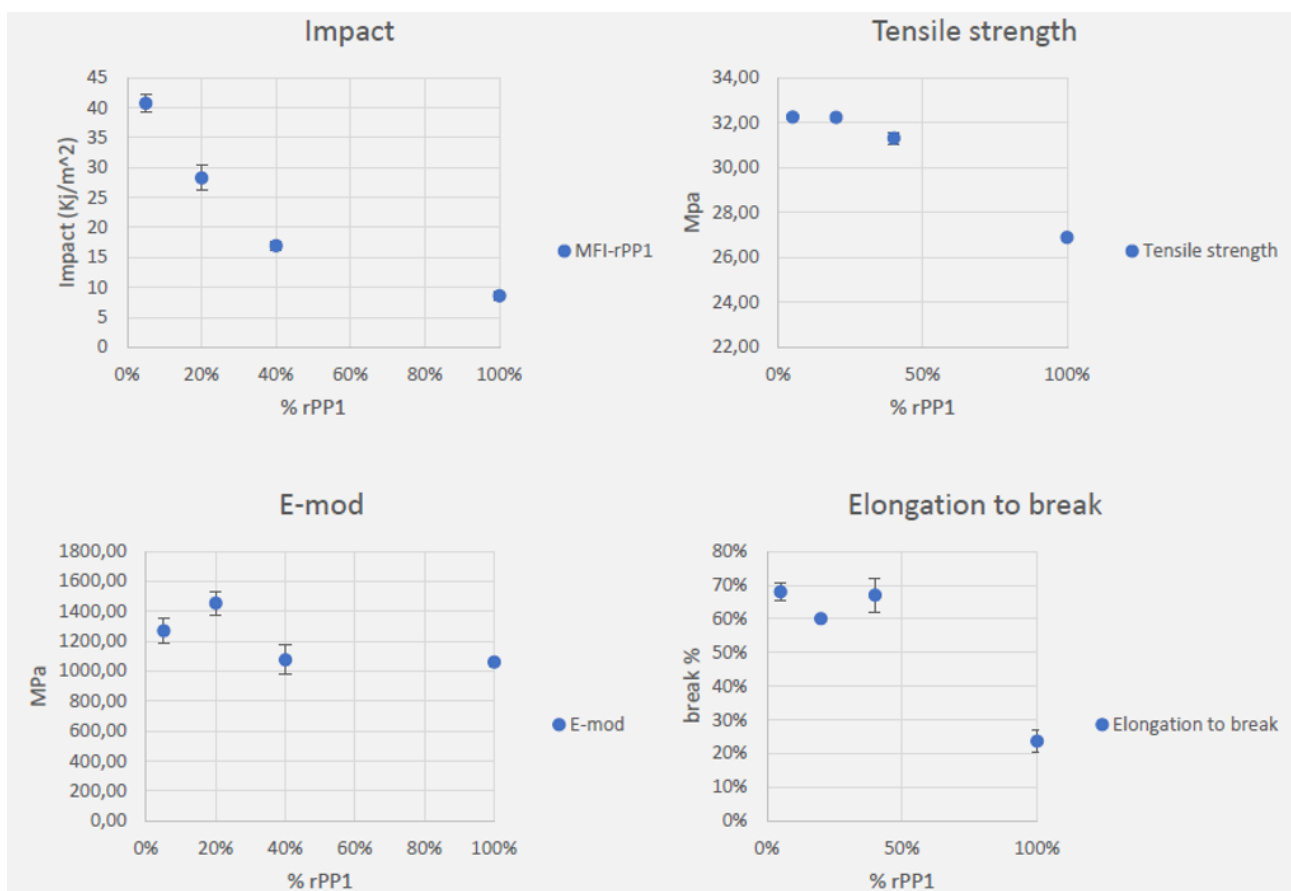
- Påbegyndende reduktion ved mere end 20% rPP
- vPP er dominerende

Stivhed

- Ingen tydelig tendens

Forlængelse ved brud

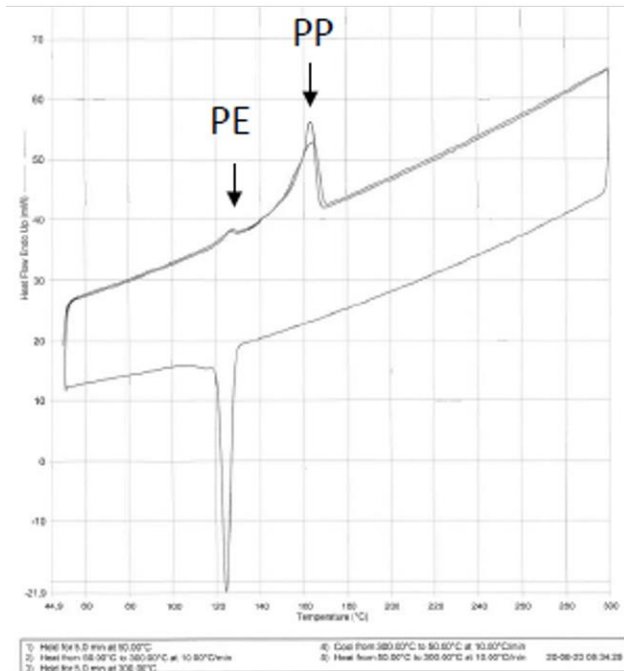
- Ingen tydelig tendens, men stærk reduktion ved 100% tilsat rPP



Undersøgelse af brudmekanisme/brudmekanismer

- Egenskaber relateret til helt/delvis plastisk deformation er betydelig reduceret ved tilsætning af større rPP
- For at undersøge brudmekanismen blev der udført FTIR/DSC og mikroskopi af brudfladen til trækstænger og tværsnit for 100rPP
- Brudfladen viser, at der nogle gange er forekomst af større og mindre kontamineringer af ikke-kompatible materialer

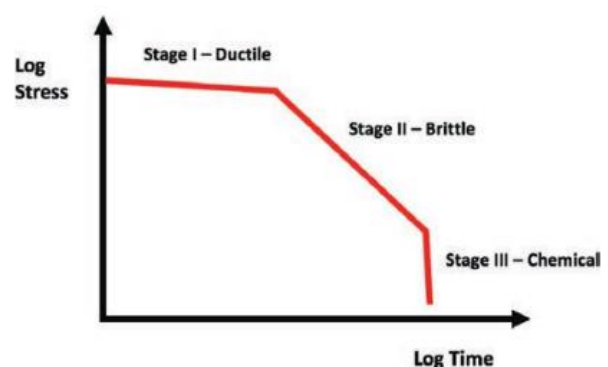
- DSC viser indhold af 1-1,6% PE
 - For lille mængde iht. relativt store ændringer i mekaniske korttidsegenskaber
- Variationer/mangel på tendens kan påvirkes af den relativt tilfældige forekomst af ikke-kompatible kontamineringer i de anvendte testemner



Slow Crack Growth, CRB test, stage II-fejl

Den primære fejltilstand (failure mode) for levetiden for korrugeret HDPE-rør er fase II-skør fejl, også kendt som slow crack growth test (SCG).

Typiske fejltilstande for polyethylen, når HDPE udsættes for høje belastninger: Ved høje spændinger svigter materialet på en duktil måde (trin I), mens brudmekanismen ved lavere spændinger ændres til skør (trin II og III). Trin II-fejl er mere skøre og forekommer ved lavere belastninger og længere varighed. Trin II-fejl er forårsaget af mekanismen for langsom revnevækst (SCG) og er den primære servicebegrænsende fejltilstand, der giver anledning til bekymring for korrugerede HDPE-drænrør.



Kilde. NCHRP (2018): Field Performance of Corrugated Pipe Manufactured with Recycled Polyethylene Content, Research report 870. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/24934/field-performance-of-corrugated-pipe-manufactured-with-recycled-polyethylene-content>




Krav til filtrering


For at reducere mængden kontamineringer og/eller størrelsen på kontamineringerne i granulatet, så bør der stilles krav til filtertype anvendt i ekstruderingsprocessen. Der anbefales at sikre periodiske udskiftninger af filter for at undgå/reducere sandsynligheden for at evt. at presse igennem kontamineringer selv med lav mesh størrelse. Sidstnævnte er besværligt at stille som et decideret krav i praksis, da råvareproducenterne i princippet kan bruge mange forskellige typer filtersystem (manuel udskiftning, filterbånd osv.).

Datablad for materialer leveret til test

PP PCR HS fra Aage Vestergaard Larsen:



Aage Vestergaard Larsen A/S
Mere end 45 års erfaring med genanvendelse af plast



Certificate of analysis

The data should be regarded as indicative and should not be used for specification work. Aage Vestergaard Larsen A/S assumes no legal responsibility for the precision or correctness of the test results.

Ref 27456-0
Printet by MD / 01-12-23

PP COPO R I GREY/INDUSTRIAL Customer Blend 16

Material Id 27456

Colour Grey
Material Polypropylene copolymer
Application Injection moulding

Regenerated raw material

Physical Properties	Test condition	Value	Unit	Test Method	Remark
Mechanical properties					
Charpy impact strength, notch	(+23 °C)	9	Kj/m ²	ISO 179 /1eA *	
Tensile stress at yield	(50 mm/min: +23 °C)	28	Mpa	ISO 527-1-2 *	
Tensile stress at break	(50 mm/min: +23 °C)	24	Mpa	ISO 527-1-2 *	
Elongation at break	(50 mm/min: +23 °C)	20	%	ISO 527-1-2 *	
E - mod	(1 mm/min: +23 °C)	1154	Mpa	ISO 527-1-2 *	
Rheological properties					
Melt Flow Rate	(230 °C: 2,16 kg)	22	g/10 min	ISO 1133 *	

* Test results are based on the relevant standard as a guideline.



PEHD PCR HS fra Aage Vestergaard Larsen:



Aage Vestergaard Larsen A/S
Mere end 45 års erfaring med genanvendelse af plast



Certificate of analysis

The data should be regarded as indicative and should not be used for specification work. Aage Vestergaard Larsen A/S assumes no legal responsibility for the precision or correctness of the test results.

Ref 24991-0
Printet by MD / 23-10-23

PE HD R E GREY/LIGHT Post-Consumer (PCR HS) Bottle

Material Id 24991
Colour Grey/Light
Material High density polyethylene
Application Blow moulding

Regenerated raw material

Physical Properties	Test condition	Value	Unit	Test Method	Remark
Mechanical properties					
Charpy impact strength, notch	(+23 °C)	25	Kj/m ²	ISO 179 /1eA *	Hinge Break
Tensile stress at yield	(50 mm/min: +23 °C)	26	Mpa	ISO 527-1-2 *	
Tensile stress at break	(50 mm/min: +23 °C)	17	Mpa	ISO 527-1-2 *	
Elongation at break	(50 mm/min: +23 °C)	52	%	ISO 527-1-2 *	
E - mod	(1 mm/min: +23 °C)	706	Mpa	ISO 527-1-2 *	
Other properties					
Density	(+23 °C)	0,962	g/cc	ISO 1183 *	
Rheological properties					
Melt Flow Rate	(190 °C: 5 kg)	1,3	g/10 min	ISO 1133 *	
Thermal properties					
OIT	(210 °C)	27	min	ISO 11357-6 *	

* Test results are based on the relevant standard as a guideline.

Bilag 5. Test af de udvalgte, leverede og demonstrerede rør og brønde

Standarder anvendt til test:

- INSTA-CERT SBC EN 13598-2, april 2021. Manholes and inspection chambers
- CEN/EN 13476-2 og -3 Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized PVC, PP and PE
- EN 1852 Plastrørssystemer til gravitations afløbsledninger i jord – PP
- EN 1401 Plastrørssystemer til trykløse jordlagte afløb – PVC

Materialet kvalitetstesttes på forskellige måder. For PVC testes, ved hvilken temperatur PVC bliver for blød. For PP og PE testes MFR (Meltmass Flowrate) og OIT (Oxidation Time). Testene laves typisk på råvaren (granulatet) for at sikre, at kvaliteten er i orden, inden man producerer rørene. For MFR er det også normalt, at man laver en måling af et færdigt rør og sammenligner med granulatet.

Nedenfor gennemgås testresultater fra de fire udvalgte produkter.

Testresultater for sprøjtstøbte PP-brønde med Ø200mm tilslutning

Forsøgs-serie	Råmateriale	Produktion	Mængde (stk)	Testresultat		Dimensioner		Slagprøve (Falling object)	
				Hydrostatisk trykprøve 140h/80°C/4,2 MPa		OK/Ej OK		OK/Ej OK	
				Hvornår	Resultat	Hvornår	OK/Ej OK	Hvornår	OK/Ej OK
1	55%V, 30%AVL, 15%MB	07.11.23	20	Gennemført	OK*/LEAK**	Uge 12	Gennemført	Uge 19	OK
2	55%V, 30%P, 15%MB	07.11.23	20	Gennemført	OK	Uge 12	Gennemført	Uge 19	OK
3	25%V, 60%AVL, 15%MB	07.11.23	20	Gennemført	OK*/LEAK**	Uge 12	Gennemført	Uge 19	OK
4	25%V, 60%P, 15%MB	07.11.23	20	Gennemført	OK	Uge 12	Gennemført	Uge 19	OK
5	85%AVL, 15%MB	07.11.23	20	Gennemført	Leak	Uge 12	Gennemført	Uge 19	OK
6	85%P, 15%MB	07.11.23	20	Gennemført	OK	Uge 12	Gennemført	Uge 19	OK
7	85%V, 15%MB	07.11.23	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Forsøgs-serie	Fald test -10 gr C		Testresultat Hydrostatisk trykprøve 1000h/95°C/2,5 MPa		Tæthedstest		Gennemført som stivhedsprøve ****		Structural integrity H>0 5m 1000 timer*****	
	Hvornår	OK/Ej OK	Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat
1	Uge 19	OK	Uge 28	Leak	Uge 19	Ej OK ved 0,5 bar	-	OK	-	N/A
2	Uge 19	OK	Uge 23	OK	Uge 19	OK	-	OK	-	N/A
3	Uge 19	OK	Uge 28	Leak	Uge 19	OK	-	OK	-	
4	Uge 19	OK	Uge 23	OK	Uge 19	OK	-	OK	-	
5	Uge 19	OK	-	-	Uge 19	OK	-	OK	-	N/A
6	Uge 19	OK	Uge 28	Leak	Uge 19	OK	-	OK	-	N/A
7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Blå markerer, at testen udføres af Teknologisk Institut, DTI.

Grøn markerer, at testen udføres både af Wavin og DTI.

Mørkegrøn markerer, at forsøgsserie 3 og 4 med 60% genanvendt materiale er brugt som pilotprodukter.

* Test gennemføres af Wavin

** Test gennemføres af DTI. Test kørt to gange med samme resultat

**** I stedet for Structural Integrity H>0 5m

***** Back up måling af 60% Structural integrity, >1000 timer for minimum ét produkt

N/A Not Applicable – ikke gennemført



Brønde klar til test



Et af materialerne fejlede på 140 timers testen hos DTI, men bestod hos Wavin. Det andet materiale bestod 140 timers testen hos både Wavin og DTI.

Et af materialerne fejlede på 1000 timers testen hos DTI, mens det andet bestod og brøndene er blevet installeret.

En Structural Integrity test er igangsat på DTI, men er ikke afsluttet inden afslutningsrapporten er afleveret.

PP-brønd Ø200mm tilslutning med opføring på Ø315mm vejer 5,28 kg og med opføring på Ø425mm vejer brønden 6,12 kg.



Structural Integrity

Beskrivelser af test af brønde efter INSTA-CERT SBC EN 13598-2, april 2021

Hydrostatisk trykprøve

Hydrostatisk trykprøve udføres ved at rør aflukkes i begge ender, fyldes med vand og udluftes. Testemner nedsænkes i vandbad med specificeret temperatur og påføres specificeret vandtryk. Testen er en accelereret test, som simulerer 50 års levetid og vil afsløre fejl og svagheder i materialet. Evt. brud vurderes for at bestemme årsag.

Slagprøve (falling object)

I denne test køler man emnerne ned til 0°C eller -10°C alt efter test standard, og lader et lod med en given vægt falde ned på midten af brønden. Dette sikrer, at man ved brug kan tabe genstande på brønden uden at beskadige den.

Fald test -10°C

Lidt det samme som slagprøven, her er det bare selve brønden, som man taber fra 1m.

Tæthedstest

Her udsættes emnet for vakuum og overtryk fra -0,3 bar til 0,5 bar for at sikre, at rør kan lukke tæt omkring spidsenderne. Yderligere deformerer røret for at stresser opstillingen yderligere, og røret tækkes opad for at tilføje en hældning.

Gennemført som stivhedsprøve

Til brønde er der typisk et rør, der går fra de 5 meters dybde til overfladen. Der stilles krav til, hvor stift røret er. Røret kaldes "riser". Stivhedsprøven siger noget om hvor mange kræfter, der skal til for at klemme det.

Structural Integrity H>0 5m 1000 timer

Skal ses som en "levetids" test. Ved at sætte emnet under vakuum ved 0,5 bar svarer det til, at emnet er begravet i 5 meters dybde, hvorefter man løbende måler nogle punkter hen over de 1000 timer. Derved kan man se, hvor meget brønden trækker sig sammen og derefter udregne, hvor meget den vil trække sig sammen ved 50 år.



Slagprøve (falling object)

Beskrivelse af mekaniske test af rør

De mekaniske test, som er udført på rørene, er følgende:

- Opmåling (udvendig diameter, godstykkelse, ovalitet)
- Slagprøve
- Ringstivhed. Hvor mange Newton skal der bruges for at ødelægge emnet?
- Longitudinal reversion. Test hvor emner skæres, så de har en rørlængde på 200mm og udsættes for varme. Her skal emnerne kunne udvide sig og gendanne sin originale længde. Der laves mærker på emnet med en afstand på 100mm, inden emnet kommer i ovnen, hvorefter der kan måles efter. Der er typisk et krav om, hvor meget emnet må afvige fra de 100mm, som afhænger af materialet.

Derudover udføres hydrostatisk trykprøve på rørene ved 140 og 1000 timer – se beskrivelse ovenfor.

Testresultater for PP EN 1852 Solid Wall sewer pipes, gravitationsledninger, 3m uden muffe, Ø200

Forsøgs- serie	Råmateriale	Produktion	Mængder (stk)	Testresultat Hydrostatisk trykprøve 140h/80°C/4,2 MPa		Testresultat Hydrostatisk trykprøve 1000h/95°C/2,5 MPa		Mekaniske tests	
				Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat
1	45% AVL	Uge 7	69	Uge 23	OK	Medio september	Leak ca. 230 timer	Februar	Bestået
2	45% Plastix	Uge 7	69	Uge 23	OK	Medio september	Leak ca. 600 timer	Februar	Bestået

Rørene er produceret af Pipelife, Nederlandene i to serier med 45% genanvendt materiale (PP) fra hhv. AVL og Plastix.

Blå farve markerer, at testen er udført af DTI.

De brune rør fra AVL er utætte (revnet) efter ca. 230 timers trykprøve, og de grønne rør fra Plastix er utætte (revnet) efter ca. 600 timers trykprøve.

Begge rørtyper bestod 140 timers trykprøven.

Rørene er blevet mekanisk testet i overensstemmelse med EN1852, og begge typer bestod.

PP-røret vejer 13 kg/stk.



PP-rør EN1852 klar til installation



Testresultater for PVC-rør, SN8, 3m med muffe, Ø200

Forsøgs- serie	Råmateriale	Produktion	Mængder (stk)	Testresultat, 140h		Testresultat, 1000h		Mekaniske tests	
				Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat
1	60%R, 40%V	medio april	200	Juni	Ok	Juni	Ok	Maj	Ok

PVC-rørene er produceret af Wavin i Danmark. Der er ca. 45% genanvendt materiale i rørets midterlag.

Forsyningerne i Danmark foretrækker "solid wall pipes" (EN1401). Røret er derfor testet i overensstemmelse med denne standard.

DTI har gennemført test. Rørene har både bestået de mekaniske test og trykprøverne.

PVC-røret vejer 13 kg/stk.



Test af PVC-rør

Testresultater for PE Twin Wall structured wall sewer pipes, dobbeltvæggrør, 6 meter uden muffe, Ø315

Forsøgs- serie	Råmateriale	Produktion	Mængde (stk)	Testresultat Hydrostatisk trykprøve 165h/80°C/4.0 Mpa		Testresultat Hydrostatisk trykprøve 1000h/80°C/2.8 MPa ***		Mekaniske tests	
				Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat	Hvornår	Resultat
1	100% AVL/Virgin*	Uge 8	50	Uge 28	NA	Uge 28	Leak < 150 timer	Uge 11	Bestået
2	100% AVL**	Uge 8	50	Uge 28	NA	Uge 28	Leak < 150 timer	Uge 11	Bestået

PE-rørene er produceret af Jita fabrikken i Finland ved Uponor. Der blev gennemført to forsøgsserier:

- 1) Med 100% AVL materiale i korrugeret yderlag og med 100% jomfruelig plast i inderlag. Markeret med *
- 2) Med 50% AVL materiale i korrugeret yderlag og med 100% jomfruelig plast i inderlag. Markeret med **

Blå farve markerer, at testen er udført af TI.

*** Markerer, at første forsøg mislykkedes og et nyt blev igangsat.



PE-rør klar til Installation

Testen tog udgangspunkt i EN 13476-3. Begge produktionsserier bestod den mekaniske test. For at spare tid blev 1000 timers trykprøve sat i gang før 140 timers testen. Da begge forsøgsserier fejlede efter ca. 150 timer, blev 140 timers testen ikke udført.

Plastix' materiale "Oceanix™ HDPE 110-001, Green" blev fejlagtigt og grundet misforståelser ikke testet.

Til demonstration blev forsøgsserie 1 udvalgt. Uponor producerede 8 rør af hver forsøgsserie, i alt 96 m rør. PE-rørene vejer 28 kg/stk.



*PE-rørene bøjede lidt (bananform). Dansk tradition
forskriver lægning af 3 m rør, så rørene blev delt i to.*



*Muffe sættes på røret. Den grønne streg skulle ikke
nødvendigtvis pege op ad.*



Bilag 6. Entreprenørernes oplevelse af rørene

Spørgsmål udarbejdet af A5:

- 1 Er der forskel på lægning af rørene i genanvendt plast i forhold til NPM rør?
- 2 Hvis ja, hvad er forskellen?
- 3 Hvad ser du som den største udfordring ved at bruge rør i genanvendt plast?
- 4 Har du andre bemærkninger?

Lemvig Vand

Rørtype: **Ø200 PVC-rør**

Adresse: Fuglsangsvej - Mattrupsvej , 7620 Lemvig (Michael)

Entreprenør: Nørgaards Fliser A/S, Peder

TV-inspektion: Ved lægning af rør

Udfyldt: 07.08.24

Antal meter: 88 m

Svar 1: Nej, der er ingen forskel. Rør i genanvendt plast er lidt nemmere af reife.

Svar 2: -

Svar 3: Røret er en anelse tungere. Hvordan er holdbarheden?

Svar 4: -

Rørtype: **Ø200 PP gravitationsrør, grøn + PP brønd**

Adresse: Åvænget 17-19, 7660 Bækmarksbro (Klaus)

Entreprenør: BB Entreprenør, Daniel

TV-inspektion: Ved lægning af rør

Udfyldt: 08.10.24

Antal meter: 50 m + 1 brønd

Svar 1: Nej, der er ingen forskel.

Svar 2: -

Svar 3: Rørene mangler muffe.

Svar 4: -

Rørtype: **Ø200 PP gravitationsrør**

Adresse: Kærvej, Faare og Rammegårdsvej 17, Ramme (Klaus)

Entreprenør: BB Entreprenør, Daniel

TV-inspektion: Ved lægning af rør

Udfyldt: 25.09.24

Antal meter: 40 m

Svar 1: Nej, der er ingen forskel.

Svar 2: -

Svar 3: Rørene mangler muffe.

Svar 4:

Skanderborg Forsyning

Rørtype: **Ø315 PE dobbeltvægsrør serie I**



Adresse: Søndergårdsvænget 12, Virring, 8660 Skanderborg
Entreprenør: Udfyldt af forsyningen: Andreas Ravn-Andersen
TV-inspektion: Ved lægning af rør og 3 mdr. efter installation. Udtager stikprøver ift. tæthed.
Udfyldt: 09.09.24
Antal meter: 108 m
Svar 1: Det har ikke været muligt at sammenligne 1:1, da der ikke har været tilsvarende rør i ny materialer.
Svar 2: Det vurderes at yderlaget er væsentligt blødere end nyt materiale. Man kan lave mærker, hvis man trykker en negl i overfladen.
Svar 3: Rørene har været ok at indbygge. De er dog leveret i 6 m længder, hvilket ikke passer med udførelsesmetoden, som man primært benytter her i landet. De er derfor skåret over i 3 meters længder.
Svar 4: Testene vil vise, om der er holdbarhedsudfordringer i drift.

Rørtype: **Ø200 PVC-rør + 9 PP brønde**
Adresse: Emborgvej 171, 8660 Skanderborg
Entreprenør: Udfyldt af forsyningen: Andreas Ravn-Andersen
TV-inspektion: Stikprøver + TV inspektion ved lægning og 3 mdr. efter installation
Udfyldt: 08.10.2024
Antal meter: 90 m
Svar 1: Nej - hvis jeg ikke havde fået det fortalt, så ville jeg tro, at det var helt almindelige rør. Der er **ingen** forskel på almindelige rør og disse.
Svar 2: -
Svar 3: Hvis rørene er som de leverede, så ser vi ikke de store udfordringer.
Svar 4: Det er bare godt, at der nu produceres rør, som også er med genanvendt plast.

Novafos

Rørtype: **Ø315 PE dobbeltvægsrør serie I**
Adresse: Amaliestien, Egedal
Entreprenør: Udfyldt af forsyningen: Marlene Halkjer
TV-inspektion: Ved lægning af rør.
Udfyldt: 17.07.24
Antal meter: 54 m
Svar 1: Nej, men rørene er lidt skæve, så man skal lige kigge godt efter, når man lægger dem, så man lægger ujævnheder opad.
Svar 2: -
Svar 3: -
Svar 4: Alt i alt var det rigtig, rigtig positivt.

Rørtype: **Ø200 PP gravitationsrør, grøn**
Adresse: Amaliestien, Egedal
Entreprenør: Udfyldt af forsyningen: Marlene Halkjer
TV-inspektion: Ved lægning af rør
Udfyldt: 17.07.24
Antal meter: 40 m



- Svar 1: Nej, rørene opførte sig almindeligt i forhold til lægningen.
- Svar 2: Der mangler muffe på rørene. Det er lidt irriterende, fordi det giver dobbeltarbejde. Man sætter samlemuffe på og så røret i. Man skal også bruge mere fedt. Men det passer fint nok til fittings.
- Svar 3: Ikke rigtig noget. Det var fint at bruge dem. Det var det samme at skære i med vinkelsliber, men man skal bruge lidt flere kræfter, hvis man hånd-høvler dem. Plasten er lidt hårdere.
- Svar 4: Alt i alt var det rigtig, rigtig positivt.

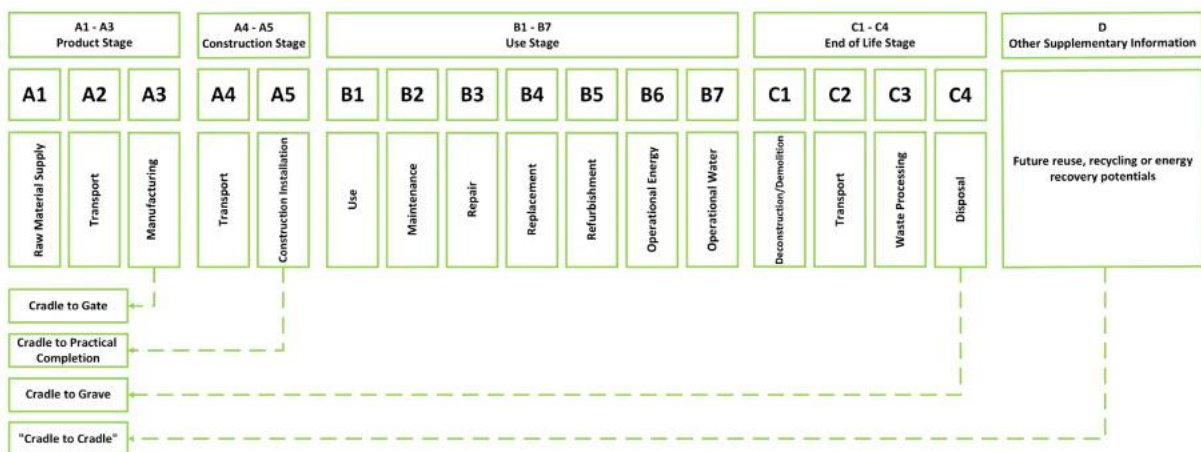
Bilag 7. LCA-vurderingsgrundlag

Til beregning af effekterne på produkternes CO₂-udledning og til understøtning af afsnit 5.3.6 er der lavet LCA-beregning for de fire pilot-produkter på basis af TEPPFA's EPD'er (Environmental Product Declaration). TEPPFA's EPD'er er igen baseret på internationale standarder og kan findes på TEPPFA's hjemmeside, www.teppfa.eu:

- ISO 14040: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework
- ISO 14044: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines
- EN 15804:2012+A1:2013: Sustainability of construction works – Environmental product declarations – core rules for the product category of construction products

Miljøpåvirkningen af de genanvendte materialer er fundet i Plastix' og Aage Vestergaard Larsens datablade og er anvendt som en procentuel reduktion. Grunden til dette er, at TEPPFA's EPD'er og de bagvedliggende LCA-analyser er udarbejdet på andre/ældre Ecoinvent data end dem, som er brugt af Plastix og Aage Vestergaard Larsen.

Beregningerne i dette projekt gælder "Production Stage" A1-A3 samt "End of life" C1-C4, som også betegnes som "Cradle to Gate".



EN15804 standard, <https://circularecology.com/en15804-modules-explained.html>

Der er i dette projekt ikke medtaget beregninger af installationen af rørene samt driftsfasen, da begge anses for ens, uanset om produkterne er lavet med genanvendt materiale eller ej. Desuden er transportafstande, tætningsringe samt konvertering (ekstrudering eller sprøjtstøbning) regnet ens for genanvendt og for jomfrueligt materiale. Denne beslutning er baseret på erfaring samt en konstatering af at cyklustider for støbning af brønde er ens uanset valget af tilsætning af genanvendt materiale.

Beregningerne nedenfor viser, at der for de fire produkter er følgende CO₂-besparelser:

Produkt	CO ₂ -besparelse
Sprøjtstøbte PP-brønde med 60% genanvendt materiale	ca. 52%*
Ø200mm PP-rør, EN 1852, gravitationsledning med 45% genanvendt materiale	34%
Ø200mm PVC-rør, EN 1401/EN 13476 med 45% genanvendt materiale	31%



Ø315mm PE-dobbeltvægssør, EN 13475 med 50% genanvendt materiale i yderlag	24%
Ø315mm PE- dobbeltvægssør, EN 13475 med 100% genanvendt materiale i yderlag	59%

*På sprøjtetøbte brønde viser beregningen 54%, men tallene for End of Life (C1-C4) kendes ikke, og derfor skønnes besparelsen at være et par procentpoint mindre, end hvad beregningen viser.

Global warming kg CO2 eq					
Ø200mm PVC pipes EN					
	PVC-U	with 45% r-PVC	Reduction		
Production of raw materials for pipes	1260,0	786,6	38%		
Transport of raw materials for pipes to converter	30,6	30,6			
Extrusion PVC pipes	175,0	175,0			
Production of SBR rubberrings	16,9	16,9			
Production stage, A1-A3	1482,5	1009,1	32%		
Transport to EOL treatment after 100 years	8,0	8,0			
EOL treatment after 100 years	27,5	27,5			
End of life emissions	35,5	35,5			
Cradle to Gate	1518,0	1044,5	31%		
Ø315mm PP pipes EN 1852					
	PP	with 45% r-PP	Reduction		
Production of raw materials for pipes	1860,0	1101,1	41%		
Transport of raw materials for pipes to converter	0,4	0,4			
Extrusion PP pipes	249,0	249,0			
Production of SBR rubberrings	33,8	33,8			
Production stage, A1-A3	2143,2	1384,3	35%		
Transport to EOL treatment after 100 years	12,1	12,1			
EOL treatment after 100 years	74,4	74,4			
End of life emissions	86,5	86,5			
Cradle to Gate	2229,7	1470,8	34%		
Assumption: The CO2 savings are (weight %) equal for Ø200mm and Ø315mm					
Ø315mm PE TW pipes, EN 13476					
	PE	50% r-PE O.L	Reduction	100% r-PE O.L	Reduction
Net share of recycled (outer layer accounts for 70%)		35%		70%	
Production of raw materials for pipes	748,0	511,5	32%	259,0	65%
Transport of raw materials for pipes to converter	42,8	42,8		42,8	
Extrusion PE pipes	127,0	127,0		127,0	
Production of SBR rubberrings	18,8	18,8		18,8	
Production stage, A1-A3	936,6	700,1	25%	447,6	52%
Transport to EOL treatment after 100 years	5,5	5,5		5,5	
EOL treatment after 100 years	33,9	33,9		33,9	
End of life emissions	39,4	39,4		39,4	
Cradle to Gate	976,0	739,5	24%	487,1	50%
Ø315mm PP brønd type 1, Ø200 inlet, weight 6,115kg					
		60% r-PP	Reduction		
Data are from TEPPFA EPD SD01					
Materials and injecmoulding @ 2,05kg CO2/kg	12,5	5,72			
Production stage, A1+A3 @6,115kg	12,5	5,72	54%		
(no disaggregated A2 and C figures available)					
Reduction of CO2 footprint according to recyclers					
	Reduction	Impact			
Plastix PPC 210-001 Green	92%	8,00%			
Plastix PPC 211-001 Black	90%	10,00%			
Plastix HDPE 110-001 Green	92%	8,00%			
Plastix HDPE 110-001 Black	90%	10,00%			
AVL Polypropylene	90%	10,00%			
AVL Polyethylene	89%	11,00%			
PVC, information from Wavin	83,50%	16,50%			
Value for PP, used in calculations:	90,67%	9,33%			
Value for PE, used in calculations:	90%	9,67%			
Value for PVC, used in calculations:	84%	16,50%			

Bilag 8. Forsyningernes udbudsgrundlag under hensyntagen til bæredygtighed

Dynamisk dokument fra KLAR, som er under revision. Det er således et UDKAST, dateret den 18.09.24.

Materialevalg

Miljøvaredeklarationer (EPD)

Bygherren arbejder med en simpel model for livscyklusvurdering til evaluering af anlægsprojekter. Der stilles derfor krav om, at entreprenøren skal aflevere miljøvaredeklarationer (EPD'er, Environmental Product Declaration) for udvalgte produkter/materialer som tilføres/leveres i entreprisen.

Generelle krav til EPD'er:

- EPD'en kan være produktspecifik eller projektspecifik. Dvs. for et specifikt produkt fra en bestemt producent.
- EPD'en skal være udarbejdet efter EN15804, 2019/A2 revisionen.
- EPD'en skal være udfærdiget af en programoperatør, som er medlem af ECO Platform.
- EPD'en skal være tredjepartsverificeret og skal repræsentere den reelle anvendte produktionsmetode for det leverede produkt.
- EPD'en skal leve op til gældende PCR-krav (Product Category Rules), hvis sådanne eksisterer.
- EPD'en skal via programoperatøren gøres offentlig tilgængelig.

Specielle krav til EPD'er udarbejdet på en tredjepartsverificeret EPD-generator (f.eks. projektspecifik EPD):

- Der kræves ikke offentliggørelse af EPD'er, som udfærdiges til et projekt i generatoren.
Dog skal der for den produkttype (f.eks. rørtype), for hvilken der leveres en EPD, være en offentliggjort produktspecifik EPD, jf. ovenstående generelle krav, som udgør en klar reference. Denne reference-EPD skal tydeligt fremgå på den afleverede generator-EPD.
På den måde kan bygherren sammenligne EPD'en til projektet udfærdiget i generatoren med reference-EPD'en.

Forenklet EPD-dokumentation for produkter, som har flere varianter (f.eks. flere rørdiametre), kan leveres på følgende måde:

- Flere offentliggjorte EPD'er, jf. ovenstående generelle krav. Én for hver variant.
- Én offentliggjort EPD, jf. ovenstående generelle krav, leveres på ét referenceprodukt i produkttypen (f.eks. et rør af én type diameter).

I den samme EPD skal der så fremgå omregningsfaktorer for omregning til alle yderligere varianter (f.eks. andre diametre). Jf. ovenstående specielle krav til dokumentation og offentliggørelse for EPD'er udarbejdet på en tredjepartsverificeret EPD-generator.

De enkelte EPD'er kan afleveres som PDF-fil eller som hyperlink til fil.

Frist for aflevering af EPD'er er samtidig med tilbudsafgivning, dog senest inden kontraktindgåelse.

Ved flere leverandører af samme produkt/materiale under udførelsen leveres en EPD på produkter/materialer, som udgør størsteparten af den samlede mængde af produktet/materialet.

Hvis entreprenøren skifter leverandør, efter at EPD er afleveret, skal der afleveres en ny EPD for det leverede produkt/materiale.

Hvis der ændres produktionsmetode for produktet/materialet i aftaleperioden, og dette ændrer CO₂-aftrykket, skal der afleveres EPD for hver produktionsmetode.

Krav til maksimal CO₂-emission

For følgende materialer må emissionsfaktoren ikke overskride de anførte grænser for GWP (total) i fase A1 – A3:

- Ø200 plastrør: Max 6 kg. CO₂ eq. pr. lbm.
- Ø250 plastrør: max 9 kg. CO₂ eq. Pr. lbm.
- Ø315 plastrør: max 16 kg. CO₂ eq. Pr. lbm.
- Ø450 plastrør: max 27 kg. CO₂ eq. Pr. lbm.
- Ø560 plastrør: max 30 kg. CO₂ eq. Pr. lbm.

Det skal dokumenteres i EPD, at kravene er opfyldt.

Materialer/produkter, der skal afleveres EPD for

Der stilles krav om levering af EPD på følgende materialer

- Grusasfaltbeton GAB II
- Grusasfaltbeton GAB I
- Plastrør

Materialer, der kræves EPD'er på, kan ændres/udvides efterhånden, som markedet er modent til det.

Se i øvrigt KLAR's [hjemmeside](#), hvor der ved årsskiftet kommer nye krav til udbud. Kravene lempes for CO₂-aftryk for rør af plast og beton, og de vil over de kommende år blive lempet yderligere.

Bilag 9. Eksempler på formidling

Udvalgte opslag:

- Klimatorium, 28.03.23: Overblik over tiltag med plastgenanvendelse i den danske vandsektor, https://www.linkedin.com/posts/klimatorium_plastgenanvendelse-activity-7043519861737574401-g4Y5?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
- Wavin blog, 22.01.24: Test af brønde, <https://blog.wavin.com/da/wavin-tester-200mm-broende-med-genanvendt-plast>
- Klimatorium, februar 2024: En bæredygtig brønd til vandsektoren (præsentation af produkter i projektet), https://www.linkedin.com/posts/klimatorium_circularpipes-sustainablesolutions-baewredygtig-activity-7155188975475793920-phS1?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
- Milepæls møde hos Teknologisk Institut om partnernes besøg den 08.02.24 for at se testfaciliteter, 04.03.24, https://www.linkedin.com/posts/klimatorium_circularpipes-sustainable-solutions-baewredygtig-activity-7170426297863553024-Zfvz?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
- Novafos, august 2024: Når vi renoverer og kloakerer, https://www.linkedin.com/posts/novafos_vudp-teknologiskinstitut-lemvigvand-activity-7221056721568296960-kBKz?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
- Skanderborg Forsyning, august 2024: Om rørene i Virring, <https://lnkd.in/dzc8e-xh>
- Skanderborg Forsyning, oktober 2024: Om projektet, https://www.linkedin.com/posts/skanderborgforsyning_det-er-ikke-til-at-se-hvis-man-ikke-lige-activity-7249716088324734976-lFKx?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
- Klimatorium præsenterer brønd for erhvervsminister Morten Bødskov, maj 2024, https://www.linkedin.com/posts/klimatorium_vandteknologi-graekonomstilling-livinglab-activity-7195750979240112128-6pMZ/?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
- Klimatorium, oktober 2024, Facebook: Grøn innovation i Lemvig: Rørinstallation med Genanvendt Plast, <https://www.facebook.com/share/p/1D5n4tzbPy/>
- Klimatorium, 19.11.24, Facebook: Circular Pipes-projektet har nået milepæl 4 – en vigtig afslutning, <https://www.facebook.com/klimatorium/> - Klimatorium - Danmarks internationale klimacenter | Facebook

Interview og oplæg:

- P4 Morgen Østjylland august 2024, Andreas Clemen Ravn-Andersen fra Skanderborg Forsyning og rørlægger Anders Mathiasen fra Murer- og Entreprenørfirmaet Ole Sommer, <https://lnkd.in/dTvS6zmb> spol frem til 04:53, 1:04:57 og 1:10:01 for at høre Anders og Andreas
- Skanderborg Netavis, 01.11.23: [Nyt projekt vil styrke genanvendelsen af husstandsindsamlet plastaffald - Skanderborg Netavis](https://www.netavis.dk/nyheder/nyt-projekt-vil-styrke-genanvendelsen-af-husstandsindsamlet-plastaffald-skanderborg-netavis)
- Uge-Bladet Skanderborg, 25.09.24: [Fremtidens kloakrør er lavet af plastaffald fra skraldespenden \(lokal-avisen.dk\)](https://www.ubladet.dk/nyheder/fremtidens-kloakroer-er-lavet-af-plastaffald-fra-skraldespenden-lokal-avisen.dk)
- UIA World Congress of Architects CPH 2023, Plastic Pavilion, Unleashing Sustainability in Architecture, The Case for PVC Recycling, Gl. Strand, København, 30.06.23, Mette Vilsbøll, <https://lnkd.in/dz3RHJ-P>

- Præsentation på Foodtech messen, Water and Energy Stage, Herning, 03.10.24, Peter Sejersen, Plastrørs Gruppe og TEPPFA: Plastic Pipe systems and recycling, https://www.linkedin.com/posts/klimatorium_foodtech-processing-packaging-2024-is-activity-7249075096495996928-9BhK?utm_source=share&utm
- Information om projektet til følgegruppen af Teknologisk Instituts resultatkontrakt med Uddannelses- og Forskningsstyrelsen (2024): "Grøn omstilling af den danske vandsektor"
- Generel omtale af projektet i Klimatorium for besøgende, hvor man kan se rør, som indeholder genanvendt plast. Ny udstilling af rør i genanvendt plast på vej

Formidling for universiteter:

- Klimatorium, 06.09.23, Mette Vilsbøll: Præsentation af projekt for Klima- og Forsyningsingeniørstuderende fra VIA
- Oplæg på Aalborg Universitet, The faculty of Engineering and Science, 02.11.23, Maria Dahl fra Aage Vestergaard Larsen: Launch of AAU Circular Plastics Platform, <https://www.aau.dk/launch-of-aau-circular-plastics-platform-e93885>
- AU-studerende besøgte Klimatorium den 20.-22. marts 2024 for at undersøge business cases for udvalgte deltagere i Circular Pipes. Rapport blev udarbejdet. Jørgensen, Louise; Pedersen, Asbjørn; Dosa, Zsigmond, Tareq (2024): Technology Business Model Innovation project, Aarhus University

Standardiseringsarbejdet:

- Teams møde med nordiske interessenter, 27.01.23: Forsyninger, certificeringsselskab (InstaCert og Nordic Poly Mark) og producenter, hvor der blev orienteret om projektet
- INSTA-CERT 20 års reception hos DanCert, Teknologisk Institut, 29.10.24: <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7258090406788120577>
- I nordisk regi følges udviklingen i såvel Nordic Poly Mark board som i Advisory Committee, som skal udarbejde anbefalingerne til bestyrelsen. Anbefalingerne præsenteres på møde den 18.01.25

Videoer:

- VUDP-foreningen har optaget en introduktionsvideo om projektet med Isa Schipperheijn, projektleder fra Lemvig Vand på projektet i perioden 01.09.22-01.05.23, <https://vudp.dk/projekter/circular-pipes.aspx>
- Videoer er optaget af rørlægning og vil blive brugt i en samlet formidlingsvideo om projektet, udarbejdet af Lasse Winther, <https://lasses-laboratorium.dk/> Lasse er journalist og videnskabsformidler. Videoen kan lægges på VUDP-foreningens og partnernes hjemmesider. Link til YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=JafVpclVEDE>

Udvalgte fotos af lægning af rør:



De fem første fotos er fra Skanderborg Forsyning, et foto fra Lemvig Vand og et foto fra Novafos.



Bilag 10. Supplerende testdata for leverede og demonstrerede rør

Plastix og Aage Vestergaard Larsen har leveret certifikater: ISO 9001 og 14001 samt EUCert-Plast certifikater. De har begge en 3. parts verificeret LCA. For Plastix underbygger LCA'en en CO₂-besparelse på op til 94% sammenlignet med tilsvarende jomfruelig plast.

Datablade fra Plastix

OCEANIX™

HDPE 110-001 Green
Polyethylene

PLASTIX

ORIGIN OF WASTE POLYMERS	Oceanix™ is PLASTIX™ brand for its Green PCR. Oceanix™ is originating from waste maritime gear that otherwise end up in the oceans or on landfill. The waste maritime gear is sourced as preventive action to eradicate maritime plastic pollution.
CARBON FOOTPRINT	Oceanix™ HDPE has up to 94% lower CO ₂ e footprint than virgin HDPE, ref. PLASTIX™ LCA Data.
RECYCLING STEPS	Rough Sorting / Fine Fractioning / Homogenisation / Metal Detection; Cutting / Washing / Separation; Compounding / Extrusion
SELECTED PROCESSING SUITABILITY	Most suitable: Injection moulding; 3D Printing; Extrusion (e.g.: sheets; fibres; films; pipes; tubes); Thermoforming; 3D Free form injection moulding. Possible: Blow moulding (e.g.: bottles); Roto moulding. Oceanix™ is suitable to be used up to 100%, in a compound or a blend.
REGULATORY COMPLIANCE	REACH; RoHS; EN15344:2007; Spanish Norm PNE53978.

TECHNICAL DATA				
PHYSICAL PROPERTIES				
	METHODS	CONDITIONS	VALUES	UNITS / COMMENTS
Melt Flow Index	ISO 1133	190°C ; 2,16 kg	0,7	[g/10 mins] SD±0,05
Density	ISO 1183-Method A	Immersion	0,95	[g/cm³] SD±0,002
Shape	Visual Inspection	Water Cut	3	Extrusion Die [mm] / Uniform Pellets
Color	Visual Inspection	Daylight	Green	
Odor	Sensory Evaluation		Plastic	
Recycled Plastics Content			98	%
Polymers Composition	DSC and FTIR Analysis	HDPE	100	%
Extrusion Filtration	Mesh Size		200	µ
Ash Content	ISO 3451		0,90	[%] SD±0,21
MECHANICAL PROPERTIES				
Tensile strength	ISO 5271/2	50 mm/min ; Type 1B	21	[MPa] SD±1,0
E-modulus	ISO 5271/2	5 mm/min Type 1B	> 650	MPa
Charpy Impact Strength	ISO 1791/1eA	5 Joule ; Notched	26,4	kJ/m² SD±3
THERMAL PROPERTIES				
Melting Point	ISO 11357/3	20°C / min	136	[°C] SD±2

Material handling Oceanix™ HDPE granules need normally not be dried. However, condensation of atmospheric moisture inside the packing may occur due to fluctuating temperatures and high humidity upon storage. Plastix recommends that the HDPE is pre-dried to remove possible condense moisture, which could be done with 2 hours drying at 80°C or according to our customers' normal pre-drying procedure for HDPE.

Oceanix™ HDPE carbon footprint Pure Oceanix™ HDPE has up to 94% lower carbon footprint than comparable virgin PP. Consequently, for every 1,000 kg Oceanix™ HDPE used, the climate is saved from 1,992 kg CO₂ equivalents. In addition, using 1,000 kg Oceanix™ HDPE means that 1,000 kg of hard-to-recycle HDPE fiber waste have been processed instead of ending up on landfill or in the environment. PLASTIX hereby ensures that fiber waste is processed into Green Plastics to substitute virgin materials. The Oceanix™ carbon footprint is calculated in PLASTIX' third party verified cradle-to-gate Life Cycle Assessment conducted in accordance with ISO 14040 and 14044. Contact PLASTIX if you would like to know the CO₂e savings of your specific Oceanix™ product or more about the Life Cycle Assessment.

For further information contact:
Henrik Adam
Quality & Environmental Manager
+45 2459 0868
henrik@plastixglobal.com

Laboratory Capabilities
Our Laboratory is equipped with state-of-the-art instruments for polymer analysis.
Mechanical properties: Tensile & Impact Testing
Physical properties: MFI & Density, Color Analysis
Thermal Properties: DSC, Oxidative Decomposition Analysis
Chemical Properties: FTIR, Ash Content, Heavy Metal Detection by XRF Analysis
PLASTIX Quality and Environmental Management System is certified by FORCE Certification A/S according to ISO 9001 and ISO 14001.

DISCLAIMER

Although all statements and information in this publication are believed to be accurate and reliable, they are presented gratis and for guidance only, and risks and liability for results obtained by use of the products or application of the suggestions described are assumed by the user. No warranties of any kind, either express or implied, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, are made regarding products described or designs, data or information set forth. Statements or suggestions concerning possible use of the products are made without representation or warranty that any such use is free of patent infringement and are not recommendations to infringe any patent. The user should not assume that toxicity data and safety measures are indicated or that other measures may not be required. Plastic recycles can only be used for direct food contact applications in accordance with stipulations of EU Directive 2008/282/EC and with approval of the European Food Safety Agency (EFSA).

Version 20240222



OCEANIX™

HDPE 111-001 Black Polyethylene

PLASTIX

ORIGIN OF WASTE POLYMERS	Oceanix™ is PLASTIX' brand for its GreenPCR Oceanix™ is originating from waste maritime gear that otherwise end up in the oceans or on landfill. The waste maritime gear is sourced as preventive action to eradicate maritime plastic pollution.
CARBON FOOTPRINT	Oceanix™ HDPE has up to 94% lower CO ₂ e footprint than virgin HDPE, ref. PLASTIX'LCA Data.
RECYCLING STEPS	Rough Sorting; Fine Fractioning/Homogenisation; Metal Detection; Cutting; Washing; Separation; Compounding; Extrusion.
SELECTED PROCESSING SUITABILITY	Most suitable: Injection moulding; 3D Printing; Extrusion (e.g.: sheets; fibres; films; pipes; tubes); Thermoforming; 3D Free form injection moulding; Blow moulding (e.g.: bottles); Roto moulding. Oceanix™ is suitable to be used up to 100%, in a compound or a blend.
REGULATORY COMPLIANCE	REACH; RoHS; EN15344:2007; Spanish Norm PNE53978.

TECHNICAL DATA				
PHYSICAL PROPERTIES	METHODS	CONDITIONS	VALUES	UNITS / COMMENTS
Melt Flow Index	ISO 1133	190°C ; 2,16 kg	0,7	[g/10 mins] SD±0,05
Density	ISO 1183-Method A	Immersion	0,96	[g/cm ³] SD±0,003
Shape	Visual Inspection	Water Cut	3	Extrusion Die [mm] / Uniform Pellets
Color	Visual Inspection	Daylight	Black	
Odor	Sensory Evaluation		Plastic	
Recycled Plastics Content			96	%
Polymers Composition	DSC and FTIR Analysis	HDPE	100	%
Extrusion Filtration	Mesh Size		200	μ
Ash Content	ISO 3451		1,70	[%] SD±0,37
MECHANICAL PROPERTIES				
Tensile strength	ISO 5271/2	50 mm/min ; Type 1B	20	[MPa] SD±1,0
E-modulus	ISO 5271/2	5 mm/min Type 1B	> 650	MPa
Charpy Impact Strength	ISO 1791/1eA	5 Joule ; Notched	21,2	kJ/m ² SD ±3
THERMAL PROPERTIES				
Melting Point	ISO 11357-3	20°C / min	136	[°C] SD±2

Material handling Oceanix™ HDPE granules need normally not be dried. However, condensation of atmospheric moisture inside the packing may occur due to fluctuating temperatures and high humidity upon storage. Plastix recommends that the HDPE is pre-dried to remove possible condensation moisture, which could be done with 2 hours drying at 80°C or according to our customers' normal pre-drying procedure for HDPE.

Oceanix™ HDPE carbon footprint Pure Oceanix™ HDPE has up to 94% lower carbon footprint than comparable virgin PP. Consequently, for every 1,000 kg Oceanix™ HDPE used, the climate is saved from 1,992 kg CO₂ equivalents. In addition, using 1,000 kg Oceanix™ HDPE means that 1,000 kg of hard-to-recycle HDPE fiber waste have been processed instead of ending up on landfill or in the environment. PLASTIX hereby ensures that fiber waste is processed into Green Plastics to substitute virgin materials. The Oceanix™ carbon footprint is calculated in PLASTIX' third party verified cradle-to-gate Life Cycle Assessment conducted in accordance with ISO 14040 and 14044. Contact PLASTIX if you would like to know the CO₂e savings of your specific Oceanix™ product or more about the Life Cycle Assessment.

For further information contact:
Henrik Adam
Quality & Environmental Manager
+45 2459 0868
henrik@plastixglobal.com

Laboratory Capabilities

Our Laboratory is equipped with state-of-the-art instruments for polymer analysis.
Mechanical properties: Tensile & Impact Testing
Physical properties: MFI & Density, Color Analysis
Thermal Properties: DSC, Oxidative Decomposition Analysis
Chemical Properties: FTIR, Ash Content, Heavy Metal Detection by XRF Analysis
PLASTIX' Quality and Environmental Management System is certified by FORCE Certification A/S according to ISO 9001 and ISO 14001.

DISCLAIMER

Although all statements and information in this publication are believed to be accurate and reliable, they are presented gratis and for guidance only, and risks and liability for results obtained by use of the products or application of the suggestions described are assumed by the user. No warranties of any kind, either express or implied, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, are made regarding products described or designs, data or information set forth. Statements or suggestions concerning possible use of the products are made without representation or warranty that any such use is free of patent infringement and are not recommendations to infringe any patent. The user should not assume that toxicity data and safety measures are indicated or that other measures may not be required. Plastic recyclates can only be used for direct food contact applications in accordance with stipulations of EU Directive 2008/ 282 / EC and with approval of the European Food Safety Agency (EFSA).

Version 20240222



Certifikat på PCR for PP og PE fra Aage Vestergaard Larsen:

Carbon Footprint of Polypropylene (PCR)

Aage Vestergaard Larsen A/S (AVL) and Viegand Maagøe A/S hereby confirm that the carbon footprint of 1 kg recycled PP from post-consumer waste causes greenhouse gas emissions of

0,23 kg CO₂eq

The calculation is based on a life cycle assessment according to the ISO 14040/44 standard of 1 kg recycled PP from post-consumer plastic waste processed at AVLs facility in 2022. The system boundary is cradle to gate. The carbon footprint may be updated over time if processes or energy mixes change. Contact your sales representative in AVL for the current value.

Aage Vestergaard Larsen A/S and Viegand Maagøe A/S do not take any legal responsibility in relation to how this information is further used.

Carbon Footprint of Polyethylene (PCR)

Aage Vestergaard Larsen A/S (AVL) and Viegand Maagøe A/S hereby confirm that the carbon footprint of 1 kg recycled PE from post-consumer waste causes greenhouse gas emissions of

0,26 kg CO₂eq

The calculation is based on a life cycle assessment according to the ISO 14040/44 standard of 1 kg recycled PE from post-consumer plastic waste processed at AVLs facility in 2022. The system boundary is cradle to gate. The carbon footprint may be updated over time if processes or energy mixes change. Contact your sales representative in AVL for the current value.

Aage Vestergaard Larsen A/S and Viegand Maagøe A/S do not take any legal responsibility in relation to how this information is further used.



Bilag 11. Kortlægning af standarder for rør

De tre involverede rørproducenter arbejder alle aktivt i CEN/TC 155

- WG13 ([CEN/TC 155/WG 13 "Buried Thermoplastics piping systems for surface-water and foul-water drains and sewers"](#)) og
- WG28 ([CEN/TC 155/WG 28 "Test methods for assessment of lifetime of non- pressure thermoplastic piping systems"](#)) på at muliggøre yderligere åbninger for genanvendt materiale, og store ændringer i de europæiske standarder forudses i de kommende år.

TEPPFA har udarbejdet en oversigt (ses nedenfor) på baggrund af INSTA-CERT WG1's kortlægning af standarder over hvilke typer materialer, der kan godkendes. Den **røde tekst** beskriver hvornår, der åbnes 100% op for brug, under forudsætning af at materialekrav og mekaniske krav er opfyldt i standarderne.

Overview of uptake of recycled materials in existing non-pressure stand		
EN Standard		External non-virgin material with agreed specification
PVC-U material		
EN 1401	PVC-U Sewer pipes	20%* Q4 2026
EN 1329	PVC Soil & Waste	20%* No timeline
EN 1453	PVC Multilayer Soil & Waste	20%* No timeline
EN 13476-2	PVC Structured wall sewer pipes (A)	100% open Q2 2026
EN 13476-3	Structured wall sewer pipes (B)	0 Q2 2025
EN 13598	Manhole and chambers	100%*
EN 17152	Storm Water boxes	100%*
PP material		
EN 1852	PP Solid Wall sewer pipes	0% Q4 2027
EN 1451	PP Soil & Waste	0% No timeline
EN 14758	PP-MD Sewer pipes	0% No timeline
EN 13476-2	PP Structured wall sewer pipes (A)	0% Q2 2025
EN 13476-3	PP Structured wall sewer pipes (B)	0% Q2 2025
EN 13598	Manhole and chambers	100%
EN 17152	Storm Water boxes	100%



Publication according to announcement at the June 2024 CEN/TC 155 Plenary meeting

PE material		
EN 12666	PE Solid Wall sewer pipes	0% Q4 2025
EN 1519	PE Soil & Waste	0% No timeline
EN13476-2	PP Structured wall sewer pipes (A)	0% Q2 2025
EN13476-3	PP Structured wall sewer pipes (B)	0% Q2 2025
EN 13598	Manhole and chambers	100%
EN 17152	Storm Water boxes	100%
National standards		
UK, D, E, A, F and factory standards	Storm Water pipes	100%
Local standards and factory standard	Cable duct pipes	100%
Local standards and factory standard	Twin wall and corrugated drainage pipes	100%
<p>*) 18 month after implementation of the Restriction on Pb and Pb compounds in PVC in October 2024, it will no longer be possible to use recycled PVC containing Pb in these products. 36 months after entry into force it will no longer be allowed to use Pb containing PVC recyclate originating from profiles. Pb containing PVC recyclate originating from end-of-life PVC pipes can still be used in multilayer PVC pipes.</p>		
<p>Please note: For all standards the use of external reprocessed and recycled materials with agreed specification from pipes and fittings is allowed</p>		

Surface water standard: CIB for a NWI in jan/feb 2025. Expected to be published Q1 2027