

# Grønne tage

Et værktøj mod  
oversvømmelse af byerne

## LECA® LETKLINKER

er et naturligt letvægtsprodukt med gode drænende  
og isolerende egenskaber, velegnet til grønne tage

# Problem

Kraftige regnskyl, der giver oversvømmelse og bekostelige skader i byerne, er blevet et almindeligt syn de seneste år.

# Løsning

Grønne tage med Leca® letklinker kan afhjælpe problemet ved at tilbageholde og sågar rense vandet.



Taghaver er blevet populære i årenes løb. Dette skyldes hovedsageligt deres alsidige anvendelsesmuligheder i byudvikling, planlægning af åbne områder, økologi, økonomi og beskyttelse.





# Indledning

**Befolkningstilvækst og dermed færre åbne områder har medført en væsentlig forringelse af levevilkårene i vores byer. Vi kan lære af fortidens fejltagelser ved at indtænke store grønne områder i bolig-, forretnings- og industrikvarterer.**

## Grønne områder

Brugen af hustage som haver har betydet, at vi kan skabe flere grønne områder gennem ejendomsudvikling. Områder, der ikke tidligere har været benyttet, har således fået nye anvendelsesmuligheder og resultatet er en direkte forbedring af de steder, hvor vi bor og arbejder, og derfor en forbedring af vores trivsel.

## Habitat og biodiversitet

Den miljømæssige fordel ved et grønt tag er bl.a. opbevaring og tilbageførsel af regnvand til den naturlige vandcyklus samt højere fugtighed i luften, støvkontrol, forbedring af mikroklimaet samt muligt levested for planter og dyr.

## Bygningsfysik

Beskyttelse af konstruktionen under taget, er desuden et vigtigt aspekt for arkitekten eller ejeren af bygningen. Endnu en fordel ved grønne tage er, at bevoksningen giver både lyd- og varmeisolering - mod sommervarme såvel som vinterkulde - og reducerer tagkonstruktionens fysiske og mekaniske belastning, fordi temperatursvingninger og ældning af tagets grundstruktur nedsættes. Undersøgelser foretaget over længere perioder viser, at taghaver giver tagene bedre nytteværdi og isolering.

## Håndtering af vand

Et godt designet grønt tag vil i høj grad bidrage til at begrænse belastningen af afløbssystemerne ved skybrud, og det nedsætter derved risikoen for lokal oversvømmelse.

Grønne tage opbevarer regnvand i planter og vækstmedier og afgiver det igen til atmosfæren, når vandet fordamper. Den vandmængde, der opbevares på et grønt tag og fordamper ud i atmosfæren, afhænger af vækstmediet, dets dybde og typen af planter.





**Beplantning af græs, buske, blomster og tilmed træer oven på tagdæk kan omdanne et glemt område af bygningen til en privat have.**

Om sommeren kan grønne tage tilbageholde 70-80 % af regnmængden, om vinteren er denne procentdel på op til 25. Tilbageholdelsen af vandet kan gøre en enorm forskel for byernes afledningssystemer.

### Grønne tage nedkøler omgivelserne

”At plante træer og anlægge grønne områder vil - ud over at skabe et smukt boligmiljø - nedkøle omgivelserne. Projekter har vist, at man ved at anlægge grønne tage, grønne områder og benytte de rigtige vandelementer i London har fået temperaturen til at falde med 8 °C. Desuden vil temperaturpåvirkningen være endnu større, hvis man tager virkningen fra eliminering af mørke bygningsflader med i betragtningen.”

*Kilder: Bjørn Lomborgs bog ”Cool it” og reference fra myndighederne i Storlondon, 2006*

# Leca® letklinker i grønne tage

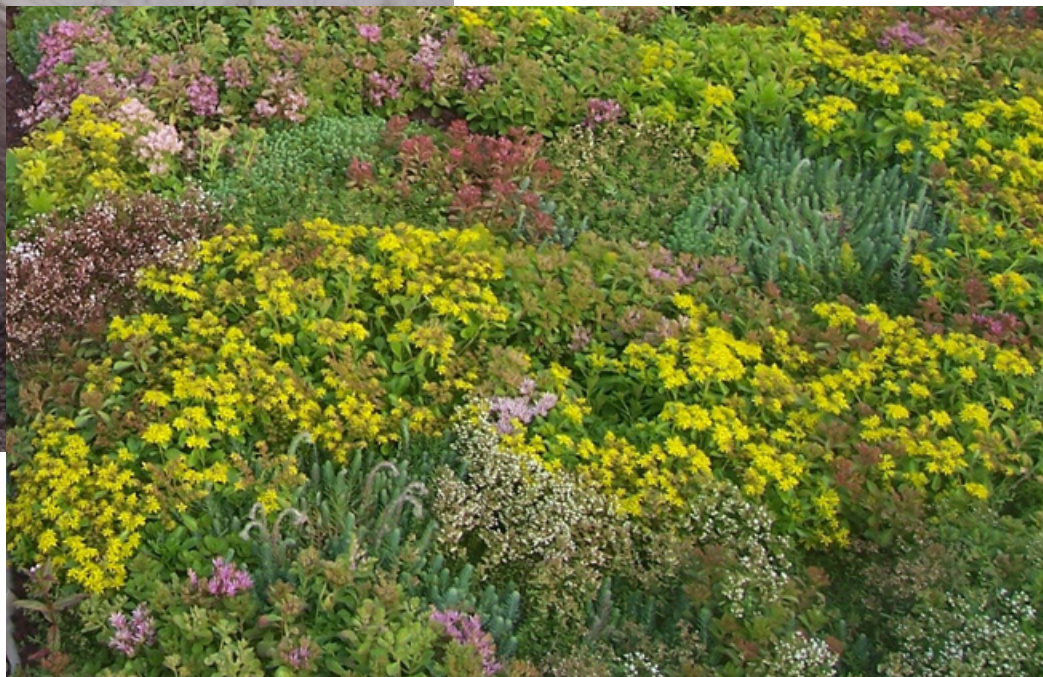
Leca® letklinker kan anvendes på alle flade eller let skrånende tage, på bygninger, over parkeringskældre osv. Der findes to typer grønne tage, ekstensive og intensive. De adskilles især ud fra tykkelsen af vækstmediet, valget af planter og prisen. Der er utallige grunde til at vælge Leca® letklinker til grønne tage:

- Naturligt, let produkt
- Neutralt og inert
- Underbygger rodvækst
- Høj luftledningsevne
- Høj vandkapacitet
- Frostsikkert
- Strukturelt stabilt
- Stabil kvalitet
- Termiske egenskaber
- Lydisolerende
- Brandsikkert





Leca® letklinker kan indbygges ved hjælp af blæsebiler og blæseslanger, og dermed forme landskabet. Dette gør leveringen og anbringelsen let, også ved arbejde i højden, hvor leveringen kan være en udfordring.



# Grønne tage som arkitektur

**Når grønne tage bruges som rekreative og mere fleksible områder, vil der ofte være behov for at bygge skråninger og variationer i terrænet. Løsninger med lav vægt er at foretrække for at undgå den ekstra belastning, der sætter begrænsninger for den underliggende konstruktion.**

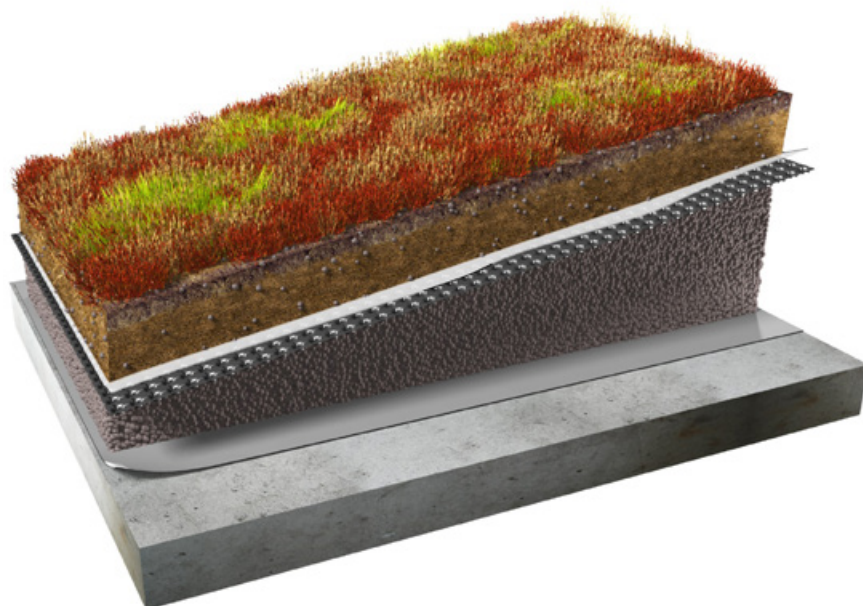


En velafprøvet, effektiv løsning er at bruge Leca® 10-20 mm. Inden Leca® materialerne udlægges, fastlægges det endelige overfladeniveau ved hjælp af nivellering. Materialerne kan indbygges med blæseudstyr og derefter dækkes med geotekstil og armeringsnet for at stabilisere hele konstruktionen. De resterende lag kan udformes som ved normale ekstensive eller intensive grønne tage.

Under gangstier og andre områder med trafik kan det være nødvendigt at vibrere let med en lille pladevibrator.

Gangstiens endelige belægning kan fx være belægningssten eller grus.

Ventilations-skakte og andre tekniske installationer på taget kan dækkes med et lag af Leca® letklinker, hvilket kan omdanne tagområdet til et dejligt, grønt offentligt område eller en privat have.



Reference, anlægsarkitektur:

# Taghave, Emporia

**Volumen:** 10.000 m<sup>3</sup> Leca® 10-20 mm

**Lokation:** Malmø, Sverige

**År:** 2012



## Problem/løsning:

Toppen af indkøbscentret Emporia er en dejlig taghave. Ud over den flotte udsigt over Malmø har det grønne tag mange tekniske og miljømæssige fordele. Haven dæmper støj og forsinker vand fra skybrud, hvilket reducerer behovet for skybrudssikring. Desuden isolerer haven taget og fungerer som varmebuffer. Dette mindsker energibehovet for at opretholde en afbalanceret temperatur i centret.

Et drænlag var nødvendigt i den grønne taghave.

## Hvorfor letklinker:

Letklinker opfyldte byggeriets krav til dræning og lav vægt. Muligheden for at blæse materialet betød desuden, at det kunne leveres direkte på udlægningsstedet uden yderligere håndtering på byggepladsen.

## Erfaring:

Løsningen viste sig at være omkostningseffektiv under installationen, og de drænende egenskaber har levet op til forventningerne. Den længste blæseslange var på 150 m, og 240 m<sup>3</sup> blev blæst i løbet af én arbejdsdag. Det kan være en udfordring at transportere 10.000 m<sup>3</sup> materiale op på et tag, men valget af Leca® letklinker løste alle logistiske problemer.





Reference, anlægsarkitektur:

# Taghave, KPMG

**Volumen:** 1.000 m<sup>3</sup> Leca® 10-20 mm

**Lokation:** København, Danmark

**År:** 2011



## Problem/løsning:

Denne taghave er ret speciel, da den er opbygget i fire- og femkantede skrå områder. Fra midten er der et fald på 120-150 cm ud mod hjørnerne. Fra centrum og ud til hvert hjørne er der monteret stålskinner, så der dannes en skarp kant i græsbelægningen. Taghaven ligger i anden sals højde oven på et parkeringsanlæg. I områderne med græs blev der oven på Leca® letklinkerne udlagt geotekstil og 30 cm muld. Herefter blev et vandingsanlæg monteret, og til sidst blev der udlagt rullegræs. De områder, der var udlagt som stisystem, blev opbygget med Leca® letklinker i et 30 cm tykt lag under den færdige asfaltbelægning.



## Hvorfor letklinker:

Leca® letklinker blev valgt til dette projekt af flere årsager.

Produktet har en meget lav vægt og kan leveres ved udblæsning med slange. Dette gør det nemt, selvom der skal arbejdes i en højde, hvor levering af produkter kan være en udfordring. Leca® letklinkerne blev blæst direkte på plads og derefter fordelt manuelt for at forme landskabet. Til sidst blev letklinkerne komprimeret med en let pladevibrator.

De gode drænende egenskaber ved Leca® letklinkerne var en meget stor fordel for projektet.



## Erfaring:

Gartnerne havde aldrig arbejdet med Leca® letklinker før, men leveringen med blæs og håndtering af letklinkerne var en meget positiv oplevelse for dem.

Reference, anlægsarkitektur:

# Taghave, The Grosvenor Paradise

**Volumen:** 9.000 m<sup>3</sup> Leca® 10-20 mm

**Lokation:** Liverpool, UK

**År:** 2007-2008



## Problem/løsning:

Som et led i genopbygningen af havnefronten i Liverpool byggede man blandt de futuristiske, nye bygninger et fleretagers parkeringsanlæg og en del strøgbutikker dybt nede under et eksisterende grønt område. I planen indgik, at parken skulle bevares til afholdelse af arrangementer og som rekreativt område. Der skulle dog tages højde for eventuelle statiske og dynamiske belastninger oven på den nye konstruktion.

## Hvorfor letklinker:

For at reducere belastningen af den nye konstruktion brugte man letklinker overalt i projektet til at danne et nyt landskab. Med kun en syvendedel af densiteten i forhold til traditionelt knust fyld og en bedre dræning end ved jord er letklinker en lettere og mere håndterbar løsning, især til grønne anlæg midt i bebyggelser. Endnu en fordel ved produktet er tilbageholdelse af fugt inde i kuglerne. Denne egenskab var med til at opretholde fugten i jorden og tilføre næring til vegetationen i anlæggets blomsterbede. Letklinker i løs vægt er frit drænende, hvilket bidrog til den miljøvenlige plan om at genvinde vand fra regnvejrs og genbruge det til vanding af parken i tørre perioder.

## Erfaring:

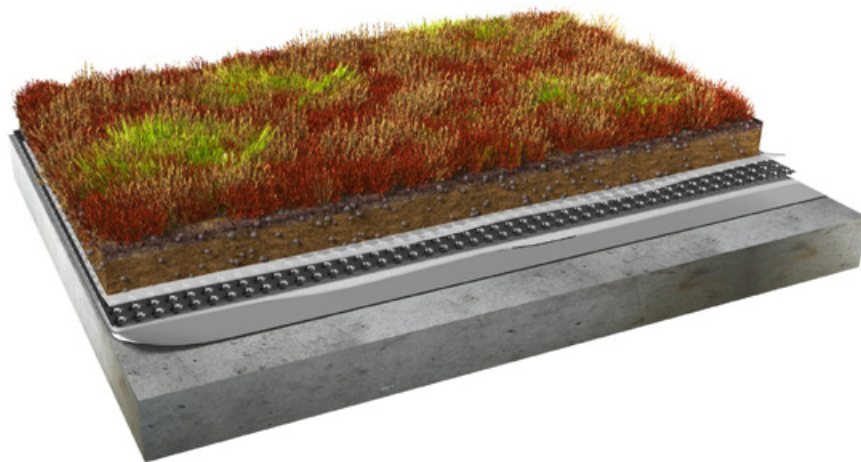
Cirka 9.000 m<sup>3</sup> Leca® letklinker blev anvendt i projektet, som blev afsluttet i foråret 2008, hvor byen fejrede sin status som Europæisk Kulturhovedstad. Parken, indkøbskomplekset og parkeringsanlægget består af omtrent 45 individuelt designede bygninger, som omfatter et indkøbsareal på cirka 200.000 m<sup>2</sup> - herunder mange kendte navne inden for britisk detailhandel.



# Ekstensive grønne tage

Ekstensive grønne tage er kendetegnet ved deres lave vægt på grund af en begrænset tykkelse (typisk 5-15 cm for vækstmediet) og meget specielle planter, som skal være lave og hårdføre, oftest alpine, tørjords- eller saftfulde planter. Sedum-planter bruges ofte. Vækstmediet, der typisk er sammensat af en mineralsk blanding af sand, Leca® letklinker og spagnum, er udformet til de valgte planter.

Sædvanligvis vandes og gødes planterne kun indtil de er etableret. Efter det første år består vedligeholdelsen af to besøg om året til lugning af invasive arter og sikkerheds- og membraninspektioner.



Reference, ekstensivt tag:

# Cete Nancy

**Volumen:** 25 m<sup>3</sup> letklinker (samlet overflade for de grønne tage = 600 m<sup>2</sup>. Fem ud af seks grønne tage indeholder letklinker i et lag på 5 cm.)

**Lokation:** Nancy, Frankrig

**År:** 2010



## Problem/løsning:

Det regionale byggetekniske laboratorium i Nancy (Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées - LRPC), som er en del af den offentlige franske organisation for forskning i byggeteknik og miljø, renoverede nogle af deres husage og byggede seks taghaver, som blev anvendt til forsøg gennem et par år.

Målet var at teste ni forskellige typer grønne tagkonstruktioner for at analysere deres virkning på følgende parametre:

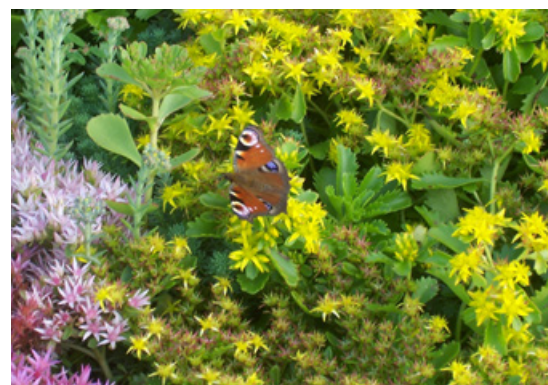
- Varmeisolering af bygningerne
- Varmebuffer
- Vandkvalitet
- Udvikling af vegetation og biodiversitet
- På fem ud af seks taghaver blev letklinker udlagt som drænlag.

## Hvorfor letklinker:

Letklinker bruges i høj grad på grønne tage, fordi de både har drænende egenskaber og er lette. Målet var at analysere materialets virkning i forhold til andre lette, syntetiske konstruktioner i sammenhæng med forskellige former for underlag og vegetation.

## Erfaring:

I forsøgsprogrammet undersøgte man vandkvaliteten i de seks taghaver over en periode på to år. I kombination med forskellige former for underlag og vegetation er letklinker i stand til at filtrere tungmetaller som cadmium, krom, kobber og bly fra regnvand. Resultaterne viste, at denne filtreringsevne vil fortsætte i flere år.



# Intensive grønne tage

Intensive grønne tage er kendetegnet ved deres brug som 'have' på næsten samme måde, som folk bruger en have på jordoverfladen. Den forøgede jorddybde (20-200 cm) giver mulighed for mere forskelligartede planter og brugen af træer, buske og andre landskabsarkitektoniske aspekter og dermed udviklingen af et mere komplekst økosystem. Kravene til vedligeholdelse - især vanding - er større, og vandingssystemer er som regel foreskrevet. Vi anbefaler bygge- og havesagkyndig rådgivning og en erfaren entreprenør.

Leca® letklinker kan bruges i blandingen til vækstmediet og som et effektivt drænlag. Dræning eller tilbageholdelse af regnvand kan optimeres ved brug af forskellige typer Leca® letklinker.



Reference, intensivt tag:

# Taghave, Bjørvika

**Produkt:** Leca® 10-20 mm og 4-10 mm

**Lokation:** Oslo, Norge



Grønne tage og taghaver er med til at gøre byen grønnere, selv om der bygges tæt og højt.

“Det er meget praktisk for os at bruge Leca® letklinker på taget. Den lave vægt gør, at det er let at arbejde med og giver et godt grundlag for plantevækst og dyreliv”, siger Jostein Sundby, gartner hos Vital Vekst AS - en norsk virksomhed, der har specialiseret sig i at anlægge grønne tage oven på lejlighedskomplekser.

Metoden er meget brugt i det øvrige Europa og er også de seneste år blevet mere aktuel i Norge. I Bjørvika, en ny, moderne bydel i Oslo, har kommunen stillet krav om, at halvdelen af tagene skal være grønne.

## Tilbageholdelse

Den vigtigste årsag til de grønne tage på nye bygninger er, at nybyggeri ofte forstyrrer og ødelægger den naturlige afvanding og dræning i området. For at afhjælpe problemet bruges de grønne tage til dræning, opbevaring og tilbageholdelse af vand. Vandet holdes tilbage, så afløbene ikke bliver overbelastede. Dette forhindrer vandskader og oversvømmelser.



Da letklinkers densitet kun er en syvendedel af traditionelle knuste materialers, ligesom de har bedre drænende egenskaber end jord, er de en lettere og mere effektiv løsning til opbygning af grønne tage.





# Leca® letklinker til grønne tage

Der findes flere forskellige typer af Leca® letklinker. Tabellen nedenfor viser eksempler på egenskaber for de mest gængse produkter. Kontakt Leca Danmark A/S for at få yderligere oplysninger.

Af tabellen fremgår de vigtigste egenskaber for materialer, der er velegnede til brug i drænlaget på et grønt tag og andre vandhåndteringssystemer jævnført de tyske FLL-retningslinjer (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.; "Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing 2008").

## Vandtilbageholdelsesevne

Materialers evne til at tilbageholde vand og dermed forsinke afstrømningen fra et grønt tag er en afgørende egenskab.

Udløbskoefficienten, som er anført i skemaet på næste side, er testet jævnført FLL. Diagrammet nedenfor viser tydeligt udsvingene i tilbageholdelsen afhængigt af typen af det anvendte Leca® materiale. Værdierne er baseret på en testopstilling af et tag med en hældning på 2 % og et 200 mm lag af Leca® letklinker.

## DANMARK



Produkt navn			Leca® 2-4 knækket	Leca® 4-10	Leca® 10-20	Metode
Løst lejret densitet, tørt	kg/m <sup>3</sup>	+/- 15 %	270	300	250	EN 1097-3
Kornstørrelse	mm		2-4	3,15-9	8/20	EN 933-1
Kornform			Knækket	Rund/ knækket	Rund/ knækket	
Hulrum	%-volumen		60	54	45	EN 1097-3
Vandabsorption	%volumen/ %-vægt	5 min	13/29	10/40	3/12	EN 1097-6
		1 time	14/31	12/48	4/16	
Permeabilitet (cirkaværdier)	k (cm/s)		5	10	36	
Tilbageholdelse (cirkaværdier)	Udløbs- koefficient	200 mm lag	0,3	0,5	0,7	EN 12056-3

## Afstrømningens intensitet

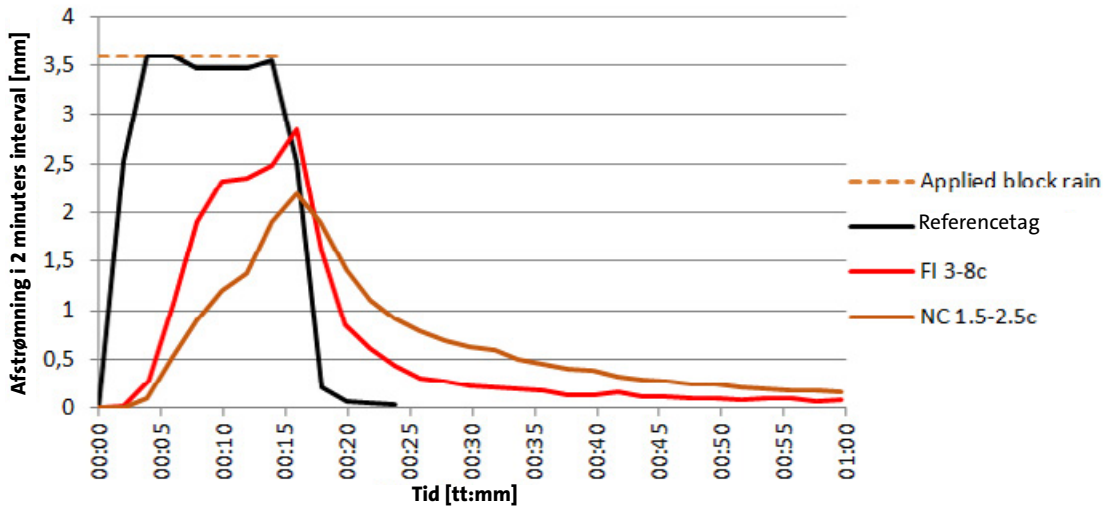


Fig. 1: Afstrømningens intensitet de første 60 minutter

## Total afstrømning

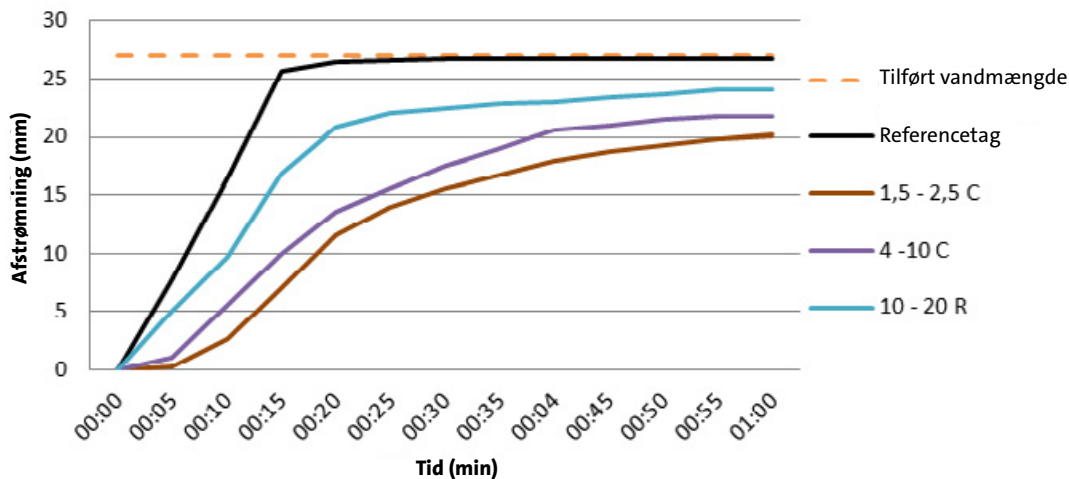


Fig. 2: Den totale afstrømning de første 60 minutter

Figur 2 viser den totale afstrømning de første 60 minutter, efter en defineret mængde regnvand er anvendt. I testopstillingen blev der tilført 27 mm regnvand i løbet af 15 minutter. Ved brug af fx letkløber i størrelsen 1,5-2,5 mm er den totale afstrømning mindre end 50 % i forhold til referencetaget. Denne forsinkelse kunne gøre en enorm forskel for håndteringen af systemer til nedstrømsvand.



Leca Danmark A/S  
Randersvej 75  
8940 Randers SV  
87 61 02 01  
lecadk@leca.dk

