

# Plasts anvendelighed som materiale til gyllekanalvægge

Torben Jensen

SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

**Svine**afgiftsfonden

---

## Hovedkonklusion

Der var ingen tegn på, at plastkanalelementerne efter tre års brug havde ændret form eller udseende. Højdeforskellene mellem årene i de enkelte målepunkter var mellem 0 og 3 mm. Det påvirkede ikke holdbarheden af PP-plast negativt at have været eksponeret for gylle. Det så nærmere ud som om, at plasten blev mere 'sej' og fik større brudstyrke af at stå i gyllen.

---

## Sammendrag

Holdbarheden af gyllekanalvægge udført i PP-plast (polypropylen) er blevet undersøgt i en slagtegrisestald over en periode på tre år. For at vurdere gyllens påvirkning af PP-plast, som havde været eksponeret for gylle i fem år, blev inventar, som havde været placeret i gyllekummerne, sendt til analyse hos Force Technology og testet for trækstyrke, slagstyrke og oxidativ nedbrydning.

Der var ingen tegn på, at plastkanalelementerne efter tre års brug havde ændret form eller udseende. Højdeforskellene mellem årene i de enkelte målepunkter var mellem 0 og 3 mm. Dette betød, at plastkanalelementerne og dermed betonspaltegulvet maksimalt havde sat sig 3 mm på de tre år, som undersøgelsen varede. I de målepunkter, hvor der blev målt forskellige højdeforskelle mellem årene, var højdeforskellen i alle tilfælde størst i år 3 (2025), hvilket tyder på, at der er sket en reduktion i plastkanalelementernes højde i løbet af de tre år. Det kan ikke forudsiges, om denne højdereduktion vil stabilisere sig eller fortsætte. Højdeforskellen behøver heller ikke betyde, at plasten er blevet svækket, men kan også skyldes, at tyngden fra spaltegulvet har fået plastkanalelementerne til at koldflyde i overgangszonen, hvor de to halvdele af plastkanalelementet støder sammen. Det kan på nuværende tidspunkt ikke vurderes, om plastkanalelementerne vil sætte sig yderligere eller højdereduktionen har stabiliseret sig. Der var ingen tegn på deformering af plastkanalelementerne eller ophobning af gødning omkring kanalelementerne eller i gødningskummerne.

Holdbarheden af PP-plast var ikke negativt påvirket af at have været eksponeret for gylle i fem år. Det så nærmere ud som om, at plasten blev mere 'sej' og fik større brudstyrke af at stå i gyllen. En

antioxidanttest viste ligeledes, at holdbarheden tilsyneladende blev forbedret, når plasten havde været eksponeret for gylle.

## Baggrund

Plast kan være mere klimavenligt end beton, og det gælder især, hvis det kan genanvendes i samme udformning, som det er fremstillet i [1]. Der er derfor udviklet en prototype på gyllekanalelementer udført i plast til erstatning for fundamentblokke eller kanalelementer fremstillet af beton.

Færdigudvikling af plastkanalelementerne forventes at kunne reducere omkostningerne til etablering af gyllekanaler. Eksempelvis vurderes det, at omkostningerne inkl. arbejds løn, til kanalelementer vil kunne reduceres med ca. 50 % ved anvendelse af plastkanalelementer. Plastkanalelementer vil kunne anvendes både på membranbund og traditionelt udført gyllekummebund i beton.

I projektet "Letstalden", som var et samarbejdsprojekt mellem Danish Farm Design, Danske Svineproducenter og SEGES Innovation, blev der arbejdet med nye metoder og materialer i form af plastkanalelementer og membranbund i gyllekanaler. Desuden var der fokus på de bærende konstruktioner med hensyn til udformning og bygningsbredde. I Konceptstalden version 1.1 blev der arbejdet videre med at udvikle/optimere brugen af plastkanalelementer og/eller membranløsninger til erstatning for beton i staldens bund, ligesom der blev arbejdet med bygningsbredder på mere end de 13 mr, som Konceptstalden version 1.0 blev født med [2].

Plastkanalelementerne, som indgik i testen, var en prototype udviklet i samarbejde med Ikadan. En endelig model skal udformes efter forsøgsperiodens afslutning. Hvis plastkanalelementer skal erstatte beton som kanalvægge, er det vigtigt, at de har den samme gode holdbarhed og samme styrke som beton [2]. Ikadan har ansøgt (PCT/DK2020/050261) og opnået patent på kanalvægge i plast. Patentet har nummeret: WO 2021/058072 A1.

Plastkanalvæggene giver i første omgang ikke den store CO<sub>2</sub>-besparelse, idet de har stort set samme klimaaftryk som beton, men genanvendelsespotentialet er væsentligt større, hvis kanalelementerne kan anvendes igen i en ny (eller renoveret) stald. En mulig genanvendelse forudsætter, at plastkanalelementerne ikke deformeres eller tager skade og dermed kan genanvendes i deres oprindelige form, hvilket burde kunne lade sig gøre, idet der ikke er noget slid eller tæring på elementerne. Alternativt kan brugte/gamle plastkanalelementer granuleres og genanvendes til nye produkter af plast, afhængig af omkostningerne til rengøring og genanvendelse, som skal kunne modsvare indkøb af nye plastkanalelementer [1].

## Materialer og metoder

Undersøgelsen bestod af to dele: dels en vurdering af PP-plastkanalernes holdbarhed og dels en undersøgelse af generel holdbarhed af PP-plast, som havde været udsat for gyllepåvirkning.

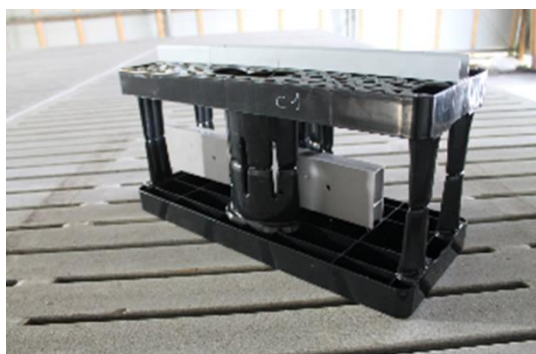
### Holdbarhed af PP-plastkanalelementer

Undersøgelsen blev foretaget i en slagtegrise-stald, som tidligere havde været anvendt til test af materialer og stiers rengøringsvenlighed. Nogle af stierne var indrettet med inventar til bunden af gyllekanalen, og i halvdelen af disse, blev inventaret fjernet og erstattet med plastkanalelementer. De undersøgte plastkanalelementer er vist i figur 1. De blev monteret i seks stier i afprøvningsbesætningen og en kombination spaltegulvelementer og drængulvselementer af beton blev udlagt på plastkanalelementerne. Stiadskillelserne blev fæstnet i en U-profil af plast monteret oven på plastkanalelementet.

Ved hjælp af en laser, som udsendte en vandret lysstråle, blev afstandene fra lysstrålen og til spaltegulvselementernes overflade målt tre steder i tre af de seks stier, som havde plastkanalelementer som underlag for spaltegulvet. Laseren blev hvert år placeret i samme højde på et elstik, som var monteret på sektionens endevæg.

Følgende forhold blev registreret én gang årligt i årene 2023, 2024 og 2025:

- Plastkanalelementernes placering blev undersøgt med kamera under spaltegulvet og det blev konstateret, om der var sket forskydninger.
- Plastkanalernes bæreevne blev undersøgt ved årligt at måle højden på spaltegulvet i tre stier tre forskellige steder, hhv. mod gang, midt og mod væg og det blev konstateret, om elementerne var sunket.
- Plastkanalernes tilstand (tegn på slid eller skader/ændringer på overfladen af elementerne) blev undersøgt med kamera under spaltegulvet.
- Det blev undersøgt, om elementernes udformning gav anledning til problemer med udslusning af gylle eller andet, fx tømningsgrad og -hastighed og opbygning af gødning/halm i elementerne, som hindrer tømning af kummerne. Væskestanden i gyllekummen blev målt efter tømning.



**Figur 1.** Prototype på plastkanalelement, som blev monteret i afprøvningsbesætningen.

## Holdbarhed af PP-plast som har været udsat for gyllepåvirkning i fem år

For at undersøge den generelle holdbarhed af PP-plast, blev to delstykker af stiafskillelser, som havde stået i gyllekummerne siden september 2017, afhentet i afprøvningsbesætningen i sommeren 2022. Der blev skåret fire stykker ud. To af disse blev analyseret hos Force Technology med hensyn til brudstyrke m.m. og de to andre stykker blev taget fra som reserve og til evt. analyse af de belægninger, som var fremkommet på plastens overflade.

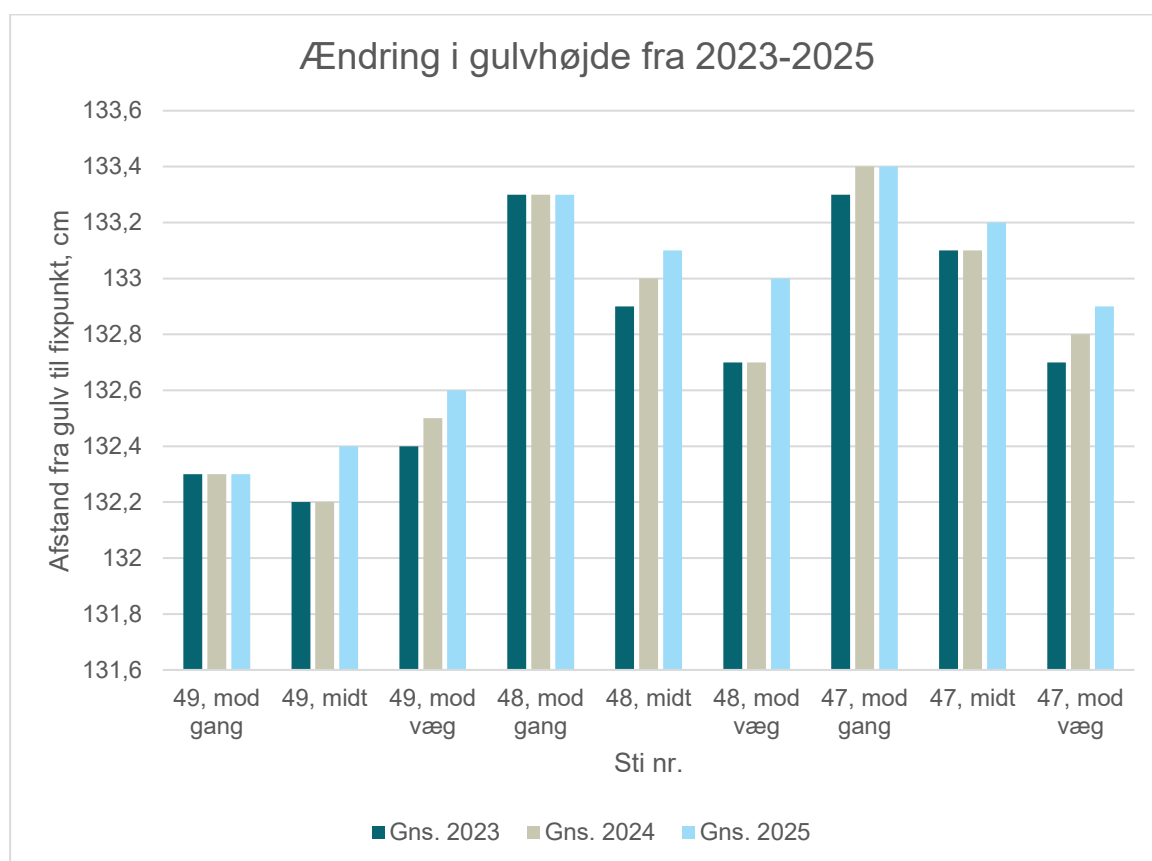
Undersøgelsen blev gennemført af Force Technology for at vise, om plastmaterialet blev påvirket af konstant at have været eksponeret for gylle over en periode på fem år (2017-2022). Der blev foretaget træktest, slagtest og antioxidanttest på plastinventar, som havde stået i gylle i fem år, og resultaterne blev sammenlignet med tilsvarende undersøgelse af nyt inventar.

## Resultater og diskussion

Visuelt vurderet var der intet, der tydede på, at plastkanalelementerne havde sat sig. Spaltegulvselementerne med underlag af plastkanalelementer lå stadig vandret og der var ikke åbenlyse tegn på svækkelse. Det blev vurderet, at plastkanalelementerne havde større elasticitet end betonkanalelementer, hvilket gjorde gulvet blødere at gå på.

## Holdbarhed af PP-plastkanalelementer

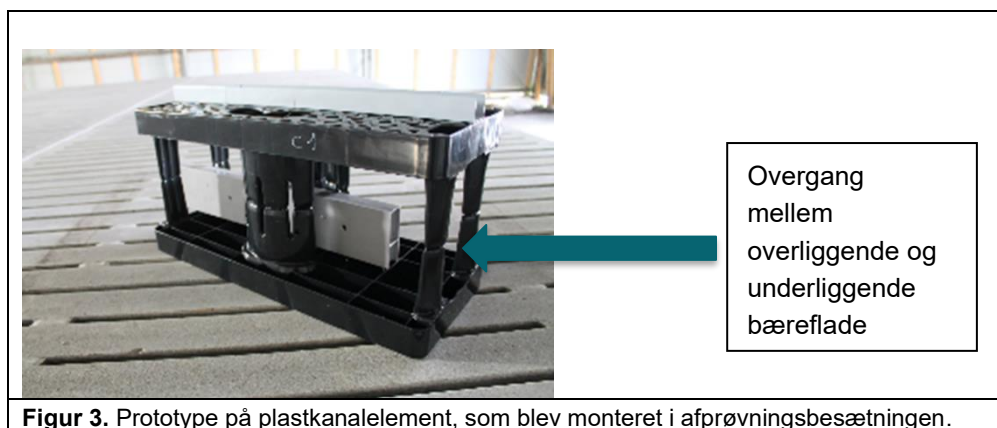
De målte gulvhøjder i 2023, 2024 og 2025 er vist i figur 2. Som det fremgår af figuren, var der ingen tegn på, at plastkanalelementerne havde mistet styrke og var begyndt at deformere. Højdeforskellene mellem årene i de enkelte målepunkter var mellem 0 og 3 mm. Dette betød, at plastkanalelementerne og dermed betonspaltegulvet maksimalt havde sat sig 3 mm på de tre år. Ligeledes var der en vis måleusikkerhed, da afstanden mellem lysstråle og betongulv blev målt med tommestok. I de målepunkter, hvor der blev målt forskellige højdeforskelle mellem årene, var højdeforskellen i alle tilfælde størst i år 3 (2025), hvilket tyder på, at der er sket en reduktion i plastkanalelementernes højde i løbet af de tre år. Det kan ikke forudsiges, om denne højdereduktion vil stabilisere sig eller fortsætte.



**Figur 2.** Ændring i gulvhøjde for spaltegulvs- og drængulvselementer af beton udlagt på plastkanalelementer. Afstandene er gennemsnit af tre målinger.

Højdeforskellen behøver heller ikke at betyde, at plasten er blevet svækket, men kan også skyldes, at plastkanalelementernes konstruktion har været for svag til at bære vægten af betonspaltegulv og grise.

Ifølge oplysninger fra Force Technology [3] kan plast koldflyde og hvorvidt materialehøjden stabiliserer sig, afhænger af, om bæreflader på det underliggende plastelement er tilstrækkelig stor og har samme areal, som det overliggende plastelement, som illustreret på figur 3.



Der var ingen tegn på deformation af plastkanalelementerne eller ophobning af gødning omkring kanalelementerne eller i gødningskummerne. I figur 4 er plastkanalelementerne vist under gylleudslusning og der var ingen tegn på gødningsophobning i kanalerne. De blev tømt lige så godt i 2025 som i 2023. Kanalelementernes fod medførte en lidt større mængde restgylle i de kummer, hvor der ikke var direkte udløb til rørudslusningssystemet. Det gav ikke anledning til ophobning af gødningsrester, idet mængden af restgylle ikke blev forøget over tid.



**Figur 4.** Plastkanalelementerne placeret i gødningskummen. Billedet er taget efter tre års brug under en gylleudslusning.

## Holdbarhed af PP-plast

På baggrund af analyseresultaterne fra Force Technology blev det vurderet, at gyllen ikke havde påvirket stadskillelserne/inventarpladerne, bortset fra de belægninger, som var kommet på overfladen.

### Træktest

Resultatet af træktesten, som blev gennemført efter ISO 527-2 kan ses i tabel 1. Prøve 1-4 var de stadskillelser, som havde været eksponeret for gylle og prøve 5-8 var nye stadskillelser.

**Tabel 1.** Resultat af træktest.

| Prøve nr. | Behandling | Tykkelse, mm | Bredde, mm | Areal, mm <sup>2</sup> | Trækstyrke, Newton | Trækstyrke N/mm <sup>2</sup> |
|-----------|------------|--------------|------------|------------------------|--------------------|------------------------------|
| 1         | Gylle      | 2,2          | 19,3       | 42,46                  | 1033,3             | 24,3                         |
| 2         | ...        | 2,2          | 19,4       | 42,68                  | 994,1              | 23,3                         |
| 3         | ...        | 2,2          | 20,0       | 44,00                  | 1065,2             | 24,2                         |
| 4         | ...        | 2,2          | 18,8       | 41,36                  | 905,5              | 21,9                         |
| 5         | NY         | 2,2          | 19,8       | 43,56                  | 998,8              | 22,9                         |
| 6         | ...        | 2,2          | 19,8       | 43,56                  | 1010,7             | 23,2                         |
| 7         | ...        | 2,2          | 20,0       | 44,00                  | 1027,2             | 23,3                         |
| 8         | ...        | 2,2          | 20,0       | 44,00                  | 992,4              | 22,6                         |

Resultaterne viste, at der ikke var forskel på de eksponerede og ikke-eksponerede emner. Prøve 1-4 viste en gennemsnitlig trækstyrke på 23,1 N/mm<sup>2</sup> og prøve 5-8 viste en gennemsnitlig trækstyrke på 22,8 N/mm<sup>2</sup>.

#### Slagtest (Charpy-test)

En Charpy-test er en slagsejhedstest, der måler mængden af energi, et materiale, såsom metal, keramik eller polymerer, kan absorbere, før det brækker. Testen udføres ved, at et pendul med en kileformet klinge svinger ned og slår et prøvestykke over. Energien, der kræves for at knække prøven, bestemmes af pendulets udbøjning, hvilket giver et mål for materialets sejhed. Resultaterne af slagtesten er vist i tabel 2.

**Tabel 2.** Resultat af slagtest.

| Prøve nr. | Behandling | Højde, mm | Bredde, mm | Areal, mm <sup>2</sup> | Slagstyrke, Joule | Slagstyrke KJ/m <sup>2</sup> | Bemærkning   |
|-----------|------------|-----------|------------|------------------------|-------------------|------------------------------|--------------|
| 1         | Gylle      | 5,7       | 10,3       | 58,71                  | Fejler            |                              |              |
| 2         | ...        | 5         | 10,4       | 52                     | 2,75              | 52,9                         |              |
| 3         | ...        | 5         | 10,4       | 52                     | 6,4               | 123,1                        | Delaminerer* |
| 4         | ...        | 5,3       | 10,2       | 54,06                  | 4,9               | 90,6                         |              |
| 5         | ...        | 5,2       | 10,5       | 54,6                   | 4,8               | 87,9                         | Delaminerer* |
| 6         | ...        | 5         | 10,1       | 50,5                   | 5,6               | 110,9                        | Delaminerer* |
| 7         | NY         | 5         | 10,5       | 52,5                   | 6,8               | 129,5                        | Delaminerer* |
| 8         | ...        | 5,1       | 10         | 51                     | 2,85              | 55,9                         |              |
| 9         | ...        | 5         | 10         | 50                     | 1,35              | 27                           |              |
| 10        | ...        | 5         | 10         | 50                     | 3                 | 60                           | Delaminerer* |
| 11        | ...        | 4,5       | 9,3        | 41,85                  | 1,85              | 44,2                         | Delaminerer* |
| 12        |            | 3,6       | 10         | 36                     | 2,25              | 62,5                         |              |

\*Brød i limningen

Resultaterne af Charpy-testen viste, at det ikke var muligt at undgå, at plastemnerne (inventarstykkerne) brød i limningen. Ud fra de test, der blev udført, var værdierne meget sammenlignelige. Prøve nr. 1-6 havde været eksponeret for gylle, og disse prøver gav et gennemsnit på 93 KJ/m<sup>2</sup>. Prøverne, der ikke havde været eksponeret for gylle, gav et gennemsnit på 63 KJ/m<sup>2</sup>. Prøver, der ikke delaminerede, gav et gennemsnit for de eksponerede emner på 71,8 KJ/m<sup>2</sup> og for de ikke-eksponerede et gennemsnit på 48,5 KJ/m<sup>2</sup>. Resultatet viste, at pladerne, der havde været eksponeret for gylle, havde en tendens til at være blevet mere seje end de ikke-eksponerede. Det betød, at plastpladerne ikke var blevet mindre holdbare af at have været eksponeret for gylle, nærmest tværtimod, hvilket var overraskende.

#### Nedbrydning af antioxidanter

Ved oxidativ nedbrydning, som sædvanligvis sættes i gang af varme eller lys, dannes frie radikaler, som gør plasten hård og sprød. For at modvirke denne nedbrydning, anvendes antioxidanter, som skal virke som stabilisatorer og forhindre dannelsen af frie radikaler før de når at forårsage nedbrydning af plasten.

Normalt aftager tiden indtil nedbrydning af plasten for de eksponerede prøver, som resultat af, at antioxidanterne nedbrydes. I denne test blev det observeret, at tiden inden nedbrydning steg på de plader, der havde været eksponeret for gylle. Dette var, ifølge plasteksperten fra Force Technology, ikke til at forklare. Resultaterne er vist i tabel 3.

**Tabel 3.** Resultat af oxidationstest.

|            | Ikke-gylleeksponerede prøver, min |  |            | Gylleeksponerede prøver, min |
|------------|-----------------------------------|--|------------|------------------------------|
| Prøve B    | 29,9                              |  | Prøve A    | 45,7                         |
| Prøve C    | 20,9                              |  | Prøve D    | 43,8                         |
| Gennemsnit | 25,4                              |  | Gennemsnit | 44,7                         |

## Konklusion

Der var ingen tegn på, at plastkanalelementerne efter tre års brug havde ændret form eller udseende. Højdeforskellene mellem årene i de enkelte målepunkter var mellem 0 og 3 mm. Dette betød, at plastkanalelementerne og dermed betonspaltegulvet maksimalt havde sat sig 3 mm på de tre år, som undersøgelsen varede. I de målepunkter, hvor der blev målt forskellige højdeforskelle mellem årene, var højdeforskellen i alle tilfælde størst i år 3 (2025), hvilket tyder på, at der er sket en reduktion i plastkanalelementernes højde i løbet af de tre år. Det kan ikke forudsiges, om denne højdereduktion vil stabilisere sig eller fortsætte. Højdeforskellen behøver heller ikke betyde, at plasten er blevet svækket, men kan også skyldes, at tyngden fra spaltegulvet har fået plastkanalelementerne til at koldflyde i overgangszonen, hvor de to halvdele af plastkanalelementet støder sammen. Det kan på nuværende tidspunkt ikke vurderes, om plastkanalelementerne vil sætte sig yderligere eller højdereduktionen har stabiliseret sig. Der var ingen tegn på deformation af plastkanalelementerne eller ophobning af gødning omkring kanalelementerne eller i gødningskummerne.

Det påvirkede ikke holdbarheden af PP-plast negativt at have været eksponeret for gylle i fem år. Det så nærmere ud som om, at plasten blev mere 'sej' og fik større brudstyrke af at stå i gyllen. En antioxidanttest viste ligeledes, at holdbarheden blev forbedret, når plasten havde været eksponeret for gylle.

## Referencer

- [1] Poulsen, K. (2022) Ændret materialevalg kan reducere Konceptstaldens klimaaftryk. Meddelelse nr. 1279, SEGES Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, 13 pp.
- [2] Poulsen, K. og Jacobsen, S. (2021) KONCEPTSTALDEN 1.1 – EN DEL AF PROJEKT “FREMTIDENS SLAGTEGRISESTALD”. Meddelelse nr. 1223, SEGES Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, 17 pp.
- [3] Rasmussen, L. (2025) Force Technology, personlig meddelelse.

## Deltagere

Tekniker: Erik Jeppesen

Statistikker:

Andre deltagere:

Afprøvning nr. 1871

BC nr.: 101451

//JAHP / LATO//