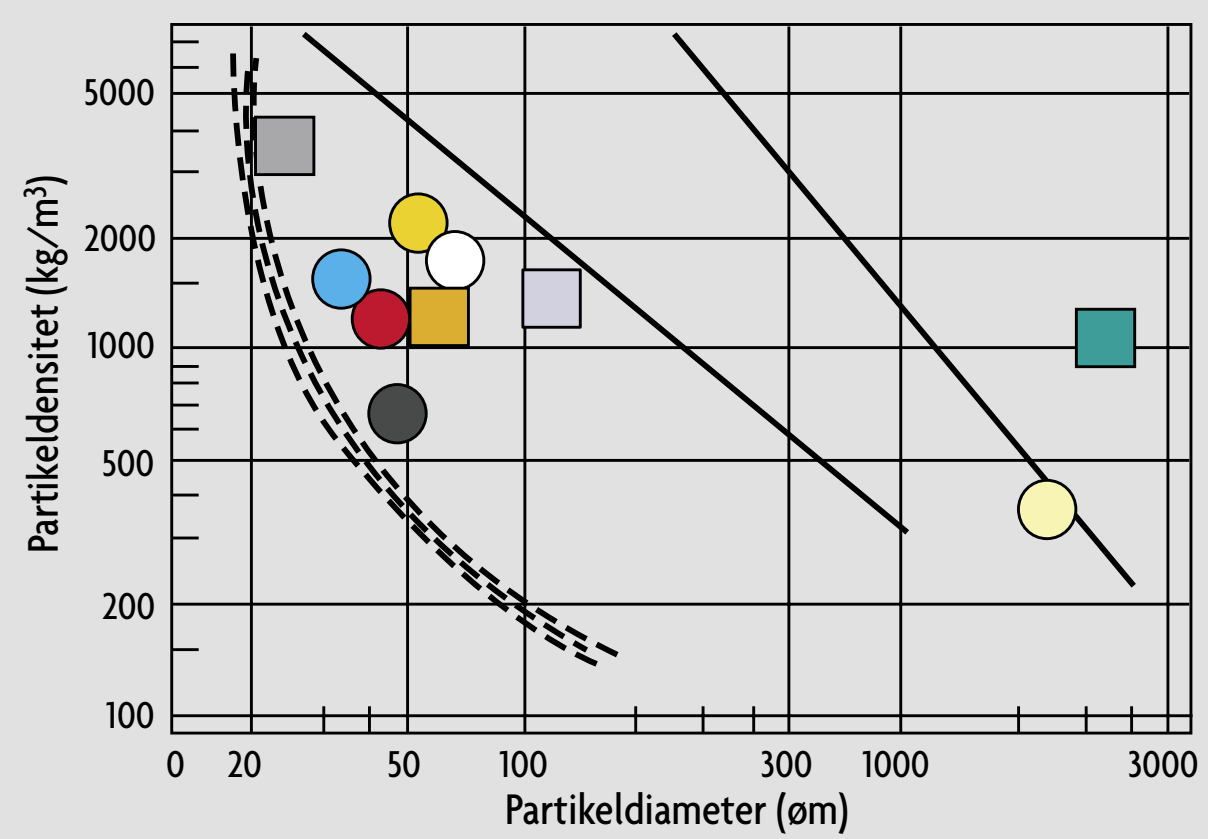


# Energieffektiv intern materialetransport i industrien



**Geldarts diagram**

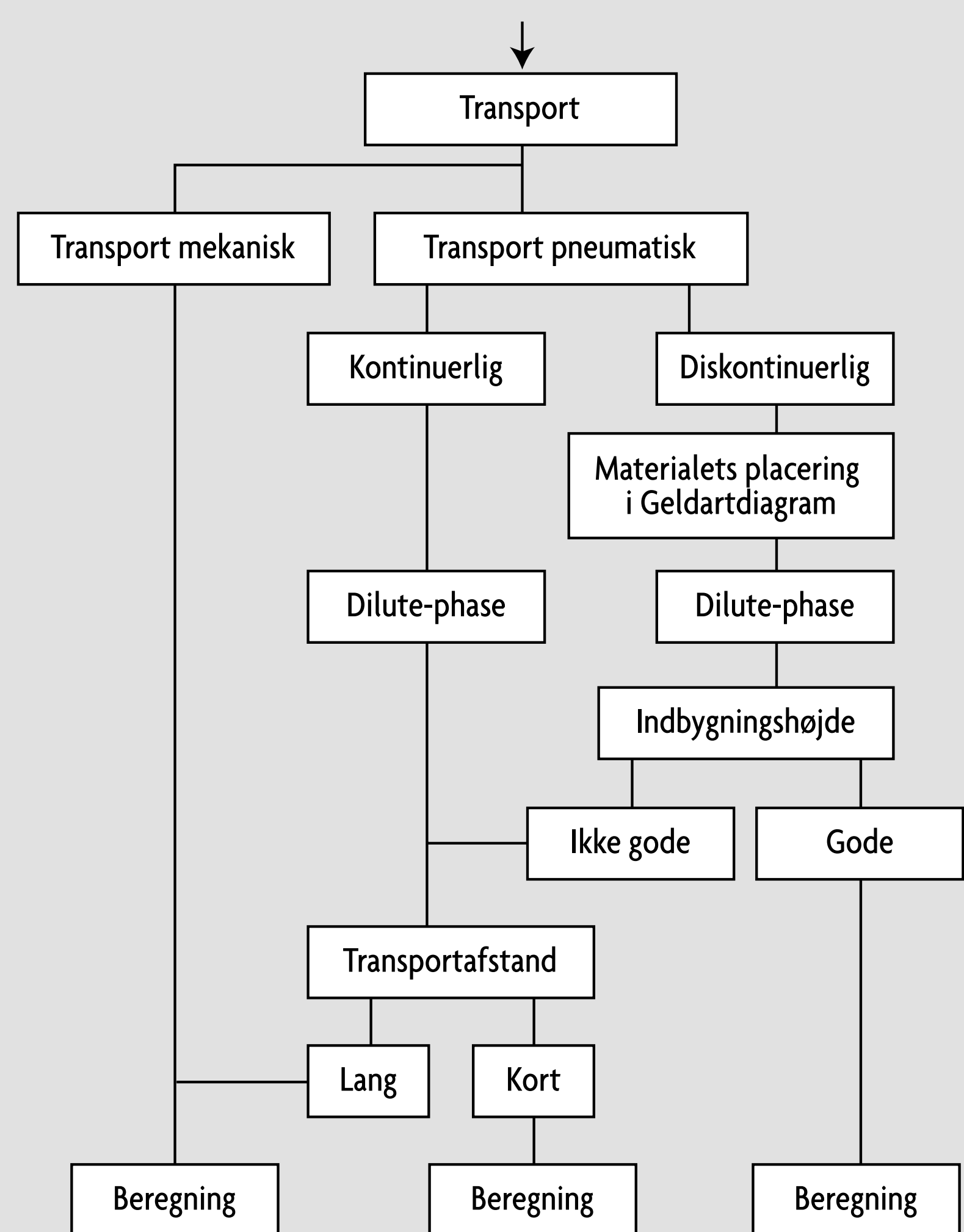
Materiale	Kapacitet t/h	Afstand m	Rør diameter mm indv.	Densitet Kg mat/kg luft	Trykfald bar	Energiforbrug kWh/ton
Polyethylene granulat						
Dilute-phase	10	117	70.3	21.0	0.65	0.770
Dense-phase	10	117	70.3	58.1	2.30	0.242
Energisparelse						68.4 %
Alginate						
Dilute-phase	4.4	117	70.3	6.5	0.80	1.490
Dense-phase	4.4	117	70.3	26.0	2.30	0.422
Energisparelse						71.7 %

Tabel 1: Eksempel på energibesparelser for to materialetyper ved at gå fra dilute-phase til dense-phase.

	Dilute-phase Decentralt anlæg (2,95 m³/time)	Dilute-phase Central anlæg (2,95 m³/time)	Dense-phase (30 m³/time)	Transportbånd (10 m³/time)
Investering (kroner)	250.000,00	155.000,00	4.000.000,00	500.000,00
Drift og vedligehold (per år (kroner))	50.000,00	10.000,00	75.000,00	100.000,00
Energiudgift per år (kroner)	200.812,50	63.112,50	84.150,00	19125,00
Drifttimer per år	8500	8500	8500	8500
Elpris (kr/kWh)	0,45	0,45	0,45	0,45
Installeret effekt (kW)	52,5	16,5	22	5
Antal år	7	7	7	7
Total (kroner)	2.005.687,50	666.787,50	5.114.050,00	1.333.875,00
Kapacitet (ton/år)	24.950	24.950	255.000	85000
Transporteret mængde (ton)	174.950	174.950	1.785.000	595.000
Afstand (meter)	50	50	50	50
Omkøstning per ton (kr/ton)	11,47	3,81	2,87	2,24

Tabel 2: Økonomisk sammenligning mellem fire typer af materialetransportanlæg.

## Energisparelser og økonomisk sammenligning



**Beslutningsprocessen i valg af transportform**

## Baggrund:

Med en forventning om, at intern materialetransport i industrien gennem rigtige valg og dimensionering kan gøres langt mere energieffektivt, blev projektet igangsat.

## Målsætning:

Projektet skulle afdække de generelle energimæssige forhold omkring pneumatisk baseret materialetransport og muligheder for at substituere mekanisk transport, samt at analysere og udvikle energieffektive industrielle pneumatisk transportsystemer. Gennem forsøgsopstillinger og målinger på disse, skulle der tilvejebringes en dokumentation for forventede energibesparelser ved anvendelse af dense-phase systemer. Endvidere sigtede projektet på at opbygge en matematisk model til simulering af pneumatisk transport for at udvikle et beregningsværktøj, som kan vejlede ved dimensionering af dense-phase systemer til industriel pneumatisk transport.

## Relevans:

Rigtigt valg af anlæg, dimensionering og driftsform sparer 30-70 % af elforbrug i industriel materialetransport. Forudsætningen for dette er:

- At resultaterne spredes
- At det nye beregningsprogram udbygges til at omfatte alle former for pneumatisk transport, så der skabes et værktøj, som rådgivere og købere kan bruge til at evaluere og dimensionere transport af mange forskellige materialer.

## Resultater:

Bedre regulering af lavtryks-baserede dilute-phase anlæg giver typiske besparelser på 30-50 % af elforbruget, mens substitution med højtryks-baserede dense-phase anlæg kan øge besparelsen til 50-70 % af elforbruget.

Projektets resultater giver derfor grund til at tro, at det er realistisk at spare henimod 30 % af det samlede elforbrug i Danmark til intern industriel materialetransport. Besparelsen vil andrage ca. 30 GWh/år af det anslåede samlede forbrug på 100 GWh/år.

Projektgruppen har udviklet beregningsprogrammet Dense Phase Calc, der kan downloades fra [www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk) under "Afsluttede projekter" 334-032. Programmet gør det muligt at finde sammenhørende værdier i dense-phase systemer for transportrørets diameter samt den tilhørende luftmængde og tryk, når relevante materialedata og den ønskede transportlængde kendes. Endvidere beregner programmet energiforbruget for den valgte kombination af disse parametre. Derigennem kan brugeren minimere elforbruget ved at ændre på parametrene.

## Realisering:

Projektet blev gennemført i et samarbejde mellem Energy Consulting Network (koordinator); Teknologisk Institut (teknisk projektleder); Beesche Consult ApS (pneumatisk transport); Poul Andersens Maskinfabrik, der som leverandør af pneumatisk transportapparater råder over et fuldskala testcenter, samt Danisco og Færch Plast som brugere af pneumatisk transport og som leverandører af testmaterialer.

Der er blevet gennemført en række testkørsler med pulvermaterialer og med granulat. Alle tests er gennemført med lavtrykstransport på den korte afstand og med højtrykstransport på 3 forskellige transportafstande. Der er anvendt 3 forskellige luftmængder for at variere transporthastigheden og dermed søge at minimere energiforbruget.

Lufttrykket blev registreret før og lige efter transportapparaterne samt ved testmaterialets returnering. Desuden blev den anvendte luftmængde, materialets sluthastighed, samt varigheden i sekunder for en komplet transport registreret.

Alle data fra højtrykstransporten blev optegnet i kurveform, således at man kan se variationerne i både lufttrykket, de forskellige steder og variationerne i materialeflowet ud af beholderen. Disse data blev bearbejdet til et beregningsprogram, som foreløbig kun beregner højtrykstransport, men som bør udvides til også at omfatte lavtryks- og vakuumtransport.

## Udbredelse:

Beregningsværktøjet kan anvendes af rådgivere, ligesom brugere kan få et førstehåndskendskab til energiøkonomiske metoder til materialetransport.

Valg af mekanisk transport afføder ikke større overvejelser, medens de pneumatisk transportmåder forudsætter flere overvejelser.

Derefter tages stilling til indbygningshøjde, som er afgørende i valget mellem lavtrykstransport og højtrykstransport.

Til sidst kan transportanlægget dimensioneres i Dense Phase Calc. Indtil videre kan værktøjet kun beregne dense-phase transport med én rørdiameter og en maksimal transportlængde på 300 m.

