

## 4. FUNDAMENTALE BEGREPER I FLUIDSTRØM

Kinematikk behandles.  
Oversikt over aktuelle strømtyper.

### 4.1 STRØMTYPER (Ref. tabell 4.1 !)

Ideell fluid vs. reell fluid (uten/med innv. av viskositet)

Inkompressibel vs. kompressibel strøm

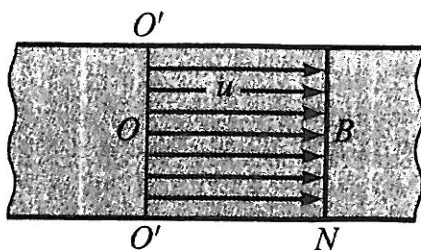
Stasjonær vs. ikke-stasjonær strøm (tidspavhengig eller ikke)

Virvelfri strøm vs. strøm med virvling

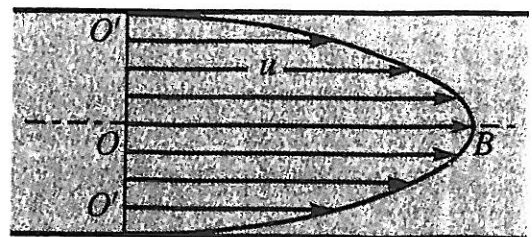
[Overkritisk eller underkritisk strøm]

Laminær vs. turbulent strøm

Ideell vs. reell ~~fluid~~ fluid i rørstrøm, typiske hastighetsprofiler



(a) Ideal fluid



(b) Real fluid

### 4.2 LAMINÆR OG TURBULENT STRØM

Osborne Reynolds' eksperimenter, 1883:

Injisering av farget væske i væskestrøm

Liten strømshastighet:

Veldig fine "streklinjer" ved langs strømmen,  
laminær eller viskøs strøm:

**TABLE 4.1 Classification of types of flow<sup>a</sup>**

**One-dimensional, two-dimensional or three-dimensional flow**

See Sec. 4.8 for discussion.

- \* **Real fluid flow or ideal fluid flow** (also referred to as *viscid* and *inviscid flow*)  
Real fluid flow implies frictional (viscous) effects. Ideal fluid flow is hypothetical; it assumes no friction (i.e., viscosity of fluid = 0).

- \* **Incompressible fluid flow or compressible fluid flow**  
Incompressible fluid flow assumes the fluid has constant density ( $\rho = \text{constant}$ ). Though liquids are slightly compressible we usually assume them to be incompressible. Gases are compressible; their density is a function of absolute pressure and absolute temperature [ $\rho = f(p, T)$ ].

- \* **Steady or unsteady flow** (STADJONÆR, IKKESTADJONÆR)  
Steady flow means steady with respect to time. Thus all properties of the flow at every point remain constant with respect to time. In unsteady flow, the flow properties at a point change with time.

**Pressure flow or gravity flow**

Pressure flow implies that flow occurs under pressure. Gases always flow in this manner. When a liquid flows with a free surface (for example, a partly full pipe), we refer to the flow as gravity flow, because gravity is the primary moving force. Liquids also flow under pressure (for example, a pipe flowing full).

**Spatially constant or spatially variable flow**

Spatially constant flow occurs when the fluid density and the local average flow velocity are identical at all points in a flow field. If these quantities change along or across the flow lines, the flow is spatially variable. Examples of different types of spatially varied flow include the local flow field around an object, flow through a gradual contraction in a pipeline, and the flow of water in a uniform gutter of constant slope receiving inflow over the length of the gutter.

- \* **Laminar or turbulent flow**

See Sec. 4.2 for a discussion of the difference between these two types of flow.

**Established or unestablished flow**

We discuss these in Sec. 8.8.

- \* **Uniform or varied flow**

We ordinarily use these classifications when dealing with open-channel (gravity) flow (Chap. 10). In uniform flow the cross section (shape and area) through which the flow occurs remains constant.

**Subcritical or supercritical flow**

We use these classifications with open-channel flow (Chap. 10).

**Subsonic or supersonic flow**

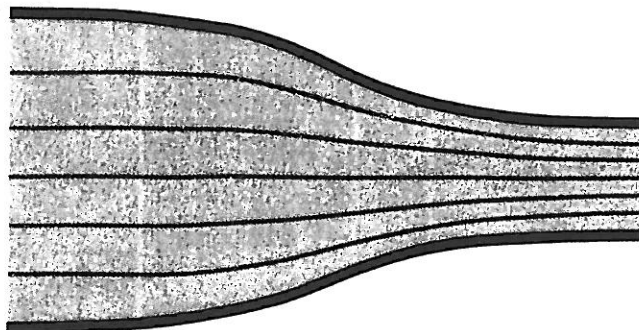
We use these classifications with compressible flow (Chap. 13).

- \* **Rotational or irrotational flow**

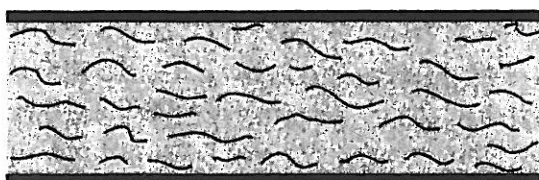
We use these in mathematical hydrodynamics (Chap. 14).

Other classifications of flow include *converging* or *diverging*, *disturbed*, *isothermal* (constant temperature), *adiabatic* (no heat transfer), and *isentropic* (frictionless adiabatic).

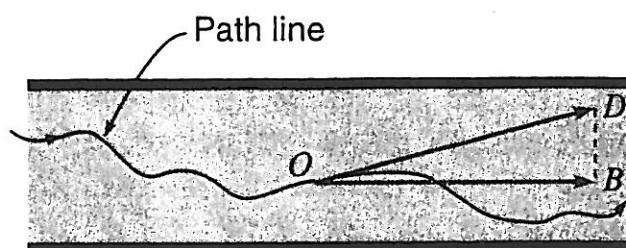
<sup>a</sup> Note that in a given situation these different types of flow may occur in combination. For example, we usually consider flow of a liquid in a pipe to be one-dimensional, incompressible, real fluid flow that may be steady or unsteady, and laminar or turbulent. Such flow is commonly spatially constant and established.



Stor strøm hastighed:  
 Irregulær strøm, svært irregulære partikelbaner;  
turbulent strøm:



(a)



(b)

Ujær av alle størrelser er karakteristiske.  
 Banehastighetens størrelse og retning varierer irregulært  
 med tid i alle punkter.

Turbulent strøm må ikke forveksles med forstyrret  
 strøm, hvor irregulær bevægelse av store væskemængder  
 skyldes strømningshindringer.

Samme: Størrelsen av Reynoldstallet er kriteriet på om  
 en strøm vil være laminar eller turbulent.

#### 4.3 STASJONER OG UNIFORM STRØM

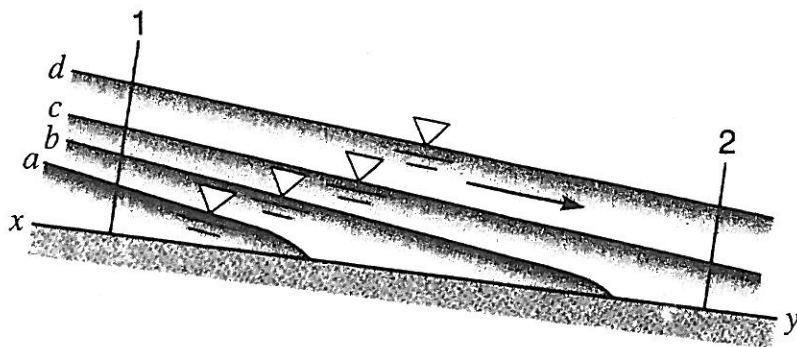
Def. stasjonær strøm: Alle betingelser (inkl.  $\vec{v}$ ) i et  
 gitt punkt i fluiden er  
 konstante i tid.

Def. uniform strøm: På et gitt tids punkt er  
 hastighetsvektoren den samme  
 i alle punkter i fluiden.

Disse ideelle betingelsene må vanligvis modifiseres:  
Hvis betingelsene fluktuerer\* i tide omkring en  
middelverdi, har vi en gjennomsnittlig stasjonær  
strøm.

En strøm kalles ofte uniform selv om betingelsene  
varierer litt over et gitt strømtverrsnitt, bare de er  
de samme i alle tverrsnitt.

Transient strøm (motstykke til stasjonær) kan utvikle  
seg enten til stasjonær eller 0 strøm, eller  
den kan være periodisk.



Eksempel på en  
transient, og  
altså ikke stasjonær,  
strøm i en kanal

#### 4.4 BANELINJER, STRØMLINJER, STREKLINJER

Streklinjer (filamentlinjer) er "trådene" fra injeksjon  
av farget væske, for å visualisere en strøm.

Banelinjer er de aktuelle banene til enkelte partikler.

Strømlinjer er kurver som i et gitt øyeblikk har  
hastighetsvektoren til tangent i alle punkter.

Strømlinjer og banelinjer faller sammen i stasjonær  
laminær strøm.

I en turbulent strøm kan strømlinjene også være  
definert som kurver som i alle punkter har  
(tids)gjennomsnittlig hastighetsvektor til tangent.

\*) (fra et latinsk ord for "bølge")