

Vejledning

Udarbejdelse af massekurve og jordlogistik

Indholdsfortegnelse

1	Hvorfor massekurve?	2
2	Input og output	2
2.1	Input til excel-filen:	2
2.2	Output fra excel-filen / input til MicroStation:	3
2.3	Output fra MicroStation:	3
3	Beregningsgrundlag	3
4	Massekurveskabelon	3
4.1	Arket: Afgravning-påfyldning	4
4.1.1	Indsæt stationering og mængder	4
4.2	Arket: Udsætningsmassekurve	4
4.2.1	Udsætningsprocent	4
4.2.2	Øvrig udsætning fra forlagte veje m.m.	5
4.2.3	Udsætning i udsætningsområder	5
4.3	Arket: Indbygningsmassekurve	5
4.3.1	Påfyldningskoefficient	5
4.3.2	Øvrige mængder	5
5	Jordlogistikskema	6
6	Jordlogistiknotat	6
7	Relevante links	7
8	Dokumentstyring	7

1 Hvorfor massekurve?

En massekurve er en sumkurve over jordmængderne langs stationeringslinjen, som kan danne grundlag for massedisponering (jordlogistik).

Massedisponering tager grundlæggende sigte på at minimere jordflyttarbejdet eller at minimere omkostningerne ved flyttarbejdet. Omkostningerne ved at transportere en jordmængde en given afstand vil især afhænge af, hvilket materiel der er til rådighed for opgaven. Prisen pr. transporteret kubikmeter jord vil i princippet vokse med afstanden, men den præcise beliggenhed af omkostningskurven vil variere fra entreprenør til entreprenør. Det er derfor op til entreprenøren at foretage den endelige massedisponering.

Til brug for prissætning i tilbudsfasen kan det være brugbart med en massedisponering, som minimerer jordflyttarbejdet.

Derfor udarbejder Vejdirektoratet som en del af udbudsmaterialet ved større vejanlæg en massekurve kombineret med den klassiske massedisponeringsmetode, hvor flyttarbejdet opdeles på standard-flytteafstande. Entreprisen udbydes på grundlag heraf og der ændres kun på dette udbudsgrundlag, hvis der kan påvises fejl i forudsætningerne, og ikke blot, hvis entreprenøren vælger at disponere anderledes end forudsat.

For en mere grundlæggende indføring i massekurver og massedisponering henvises til "Lærebog i Vejbygning", Bent Thagesen, Polyteknisk forlag, 1984.

Vejdirektoratet har til eget brug udarbejdet en massekurveskabelon (excel-fil), som gør det muligt at optegne en massekurve, og som samtidig er et enkelt og effektivt værktøj til at dokumentere, hvordan posterne i tilbudslisten omkring jordarbejde m.v. er fremkommet. Massekurveskabelonen (excel-fil) stilles til rådighed for branchen, dog uden ansvar for Vejdirektoratet, ligesom Vejdirektoratet ikke kan tilbyde hjælp til opsætning m.m.

Vejdirektoratet har ligeledes til eget brug udarbejdet en MicroStation-makro, som nemt omsætter sumkurven fra massekurveskabelonen (excel-fil) til en tegning, hvor jordmængderne deles op på forskellige flytteafstande. Makroen udleveres til samarbejdspartnere via ProjectWise.

2 Input og output

2.1 Input til excel-filen:

- Geometriske jordberegninger* af afgravning/påfyldning (tværsnitsareal pr. 10 m) for:
 - hoved-strækningen
 - skærende veje
 - vandløb
- Geometriske jordberegninger af afgravningsvolumen for regnvandsbassiner
- Kapacitet af de enkelte sidetagsområder (volumen)
- Kapacitet af de enkelte udsætningsområder (volumen)
- Påfyldningskoefficient
- Udsætningsprocent for de enkelte delstrækninger

- Stationeringer (start og slut) for de broer, der er på strækningen

2.2 Output fra excel-filen / input til MicroStation:

- Sumberegning over jordbalancen (med simpel sumkurve på excel-format uden flytteafstande)

2.3 Output fra MicroStation:

- Massekurvetegning med flytteafstande* (traditionel optegning med flytteafstande)
- Summering af jordmængder inden for de enkelte flytteafstande til brug for TBL

* Se [afsnit 7 Relevante links vedr. udarbejdelse af massekurve](#) for henvisninger til placering af og vejledning om de enkelte værktøjer.

3 Beregningsgrundlag

Massekurven regnes i afgravet mål. D.v.s. at geometriske afgravningsvolumener indgår direkte, mens geometriske påfyldningsvolumener omregnes til behov for afgravningsjord ved hjælp af påfyldningsfaktoren (se mere under "Arket: Indbygningsmassekurve" i excel-filen)

Mængder for muldafrømning indgår ikke i massekurverne. Jordberegningerne skal derfor være eksklusive muldmængder.

Jordberegninger udføres uden overspring for bygværker. Dog kan strækninger med lange dalbroer udelades i beregningerne. Overspringsstrækningen skal indeholde indbygning ved endefundamenter og evt. jordramper. Blødbund kan fratrækkes på side 1, da samme mængde normalt skal indgå som påfyldning og så er mængden lige ved hånden.

Det er vigtigt, at alle jordberegninger skal udføres med 10 m stationeringsinterval, idet det er en forudsætning i beregningsformlerne i massekurveskabelonen (excel-fil).

Beregningerne udføres med påfyldningskoefficient = 1 (fast mål), idet påfyldningskoefficienten angives i massekurveskabelonen (excel-fil).

4 Massekurveskabelon

Excel-filen består af en projektmappe med 5 ark:

- "Afgravning-påfyldning", "Udsætningsmassekurve" og "Indbygningsmassekurve" som indeholder indtastede data
- "Massekurvedialog_indb" som viser indbygningsmassekurven
- "Massekurvedialog_uds" som viser udsætningsmassekurven.

En massekurve beregnes som nævnt på grundlag af jordberegninger for hovedstrækningen, forlagte veje, regnvandsbassiner, sidetags- og udsætningsområder mv.

Først beregnes massekurver for alle forlagte veje mv. Herefter beregnes massekurven for projektvejen (hovedmassekurven), hvor overskuds- eller underskudsmængder fra de forlagte veje samt mængder fra sidetag, tilført fyld mv. indarbejdes.

Beregning af udsætningsmassekurver udføres principielt på samme måde ved først at beregne mængder for forlagte veje mv. Disse mængder indsættes herefter i udsætningsmassekurven for projektvejen (hovedmassekurven for udsætning).

Der kan kun indtastes i celler med gul baggrundsfarve.

I stedet for beskrivelser i denne vejledning er nogle celler forsynet med kommentarer, cellerne kendes på en rød trekant i cellens øverste højre hjørne, her findes oplysninger om indtastning i de aktuelle rubrikker.

Der arbejdes ikke med flytteafstande i Excel-filen. Flytteafstande håndteres i MicroStation.

4.1 Arket: Afgravning-påfyldning

4.1.1 Indsæt stationering og mængder

Fra Excel-filer kopieres data fra volumenstreng til kolonne A, B og C, marker området i Excel-filen, **Kopier, Indsæt speciel, Værdier**.

Paradigmet er sat op til en vejlængde på 15 km. Ved tast på knappen **Slet ekstra rækker** slettes overskydende rækker, flere rækker tilføjes med marker, drag og drop. Bemærk at knappen **Slet ekstra rækker** kun kan aktiveres én gang.

Øvrige mængder indtastes i henhold til overskrifterne og kommentarerne. Tilført fyld tilføres for at dække et underskud. Denne mængde skal derfor indsættes, når alle øvrige mængder, udsætning, påfyldningskoefficient m. m. er indsat. Mængden svarende til underskuddet indsættes, hvor det er mest fordelagtigt i forhold til tilkørselsforhold og resulterende flytteafstande.

De nu beregnede påfyldnings- og afgravningsvolumener vises i kolonnerne **Overføres til udsætning/indbygningsmassekurve**.

4.2 Arket: Udsætningsmassekurve

I arket Udsætningsmassekurve behandles kun afgravningsmængder.

4.2.1 Udsætningsprocent

Hvis der ikke foreligger geotekniske undersøgelser, anvendes en udsætningsprocent på 30 som standard.

Hvis der foreligger en geoteknisk rapport, anvendes udsætningsprocenter herfra. Disse indsættes i kolonnen **Udsætningsprocent**. Procentsatsen skal indtastes strækingsvis med satsen ved start af første strækning og herefter med 0 eller ny procentsats ved afslutning af strækning.

Vigtigt! Når et tal er indtastet slettes formelen i cellen, hvis der skal ændres i udsætningsprocenterne, skal formlerne genindsættes i cellerne ved at markere en celle med formelen og bruge drag og drop op eller ned.

I udsætningsmassekurven er udsætningsmængderne for projektvejen nu beregnet.

4.2.2 Øvrig udsætning fra forlagte veje m.m.

I udsætningsmassekurven for forlagte veje, der skærer projektvejen, indtastes kun udsætningsprocenter og der tegnes normalt ikke udsætningsmassekurve. Den samlede udsætningsmængde indtastes i udsætningsmassekurven for projektvejen.

For forlagte veje, der ikke skærer projektvejen, behandles udsætning som for projektvejen.

I projektvejens kolonne F indsættes udsætningsmængder fra øvrige veje, bassiner m. m. og i kolonne G indsættes mængden af udsætning som et samlet tal for udsætningen til området.

4.2.3 Udsætning i udsætningsområder

I kolonnen **Udsætning i udsætningsområder** indsættes mængden af udsætning som et samlet tal for udsætningen til området (se kommentar i overskriftscellen).

Udsætningsmassekurven kan ses optegnet i arket "Massekurvedigram_uds".

4.3 **Arket: Indbygningsmassekurve**

4.3.1 Påfyldningskoefficient

I kolonnen **Påfyldningskoefficient** indsættes tallet for den aktuelle påfyldningskoefficient. Tallet kan variere fra ca. 1,15 - 1,25 med det laveste for friktionsjord og det højeste for fed lerjord. Hvis der indgår mange høje dæmninger, kan dette også medføre en lav påfyldningskoefficient, da komprimeringskravet falder, når man kommer mere end 2 meter under færdigvejsoverfladen. Hvis intet andet er nævnt anvendes en påfyldningskoefficient på 1,2.

I arket "Massekurvedigram_indb" kan ændringerne i massekurven ses ved forskellige koefficienter.

Vigtigt! Når et tal er indtastet i kolonne E slettes formelen i cellen, så hvis der skal ændres i påfyldningskoefficienterne, skal formlerne genindsættes i cellerne ved at markere en celle med formelen og bruge drag og drop op eller ned.

I indbygningsmassekurven er afgravningsmængderne for projektvejen nu beregnet.

4.3.2 Øvrige mængder

I kolonne J indsættes mængder, egnet til indbygning fra regnvandsbassiner, sidetag, depoter m.v. Mængder til indbygning i støjvolde og lign. fratrækkes. Mængderne indsættes normalt i nærmeste stationering ud for afgravnings-/indbygningsstedet. Det kan dog være mere retvisende at indsætte større mængder over en strækning.

Alle mængder der indsættes, skal være beregnet med en påfyldningskoefficient.

Massekurverne for de forlagte veje ender normalt ikke i 0, overskud/ underskud indsættes i projektvejens massekurve som +-mængder.

For veje der skærer projektvejen fratrækkes/tillægges mængden i den forlagte vejs massekurve i skæringspunktet med projektvejen. Tilsvarende fratrækkes/tillægges mængden i projektvejens massekurve i skæringspunktet med den forlagte vej.

For veje der ikke skærer projektvejen fratrækkes/tillægges mængden i den forlagte vejs massekurve i den stationering hvor mængden kan frakøres/tilkøres. Tilsvarende fratrækkes/tillægges mængden i projektvejens massekurve i den stationering hvor mængden kan frakøres/tilkøres.

Projektvejens indbygningsmassekurve skal ende i 0. Er der overskud kan udsætningsmassekurven ændres eller der kan anvendes mere til f.eks. terrænregulering. Underskud dækkes ved at forøge mængderne i arket "Afgravning-påfyldning".

Indbygningsmassekurve kan ses optegnet i arket "Massekurvediagram_indb".

5 Jordlogistikskema

I forbindelse med udarbejdelse af massekurver kan der som et supplement udarbejdes et samlet jordlogistikskema. Jordlogistikskemaet erstatter ikke massekurven.

I arket "Vejledning" i jordlogistikskemaet er der beskrevet en arbejdsprocedure for, hvordan skemaet udfyldes.

I jordlogistikskemaets venstre side benævnt "Jordberegning" indføres data fra massekurven.

I jordlogistikskemaets højre side benævnt "Jordlogistik / Indbygningsegnet jord" angives hvortil indbygningsegnet jord, som er i overskud i en vej, placeres. Fx i en anden vej som har jordunderskud. Ligeledes angives hvor den indbygningsegnede jord, i tilfælde af, at vejen har et jordunderskud, kommer fra. Fx et sidetag eller en vej som har jordoverskud.

I jordlogistikskemaets højre side benævnt "Jordlogistik / Placering af udsætningsjord" angives udsætningskapaciteten for de enkelte udsætningsområder og det angives hvor udsætningsjorden fra de enkelte veje placeres. Fx en rampekvadrant eller udsætningsområde.

Alle andre udsætningsmængder beregnes også, såsom rabatjord, overskudsmuld mv. og indføres i jordlogistikskemaet. Restkapaciteten i de enkelte udsætningsområder beregnes og den projekterende får et overblik over, om der mangler udsætningskapacitet.

6 Jordlogistiknotat

Som supplement til jordlogistikskemaet kan der udarbejdes et forudsætningsnotat for jordlogistik, hvor alle forudsætninger for jordlogistikken er beskrevet. Forudsætningsnotatet er tænkt som en huskeseddel til den projekterende om, hvordan jordlogistikken var tænkt i udbudsprojektet. Forudsætningsnotatet er som udgangspunkt internt og deles kun med tilsynet.

Emner, som kan beskrives, kan være geoteknik, bygværker, blødbund, udsætningsområder, indvin-
ding af råstoffer, nedlagte veje, specielle forhold, usikkerheder etc.

7 Relevante links

Massekurveskabelonen (Excel-filen) og jordlogistikskema

Vejledning og eksempler findes i Kvalitetsledelsessystemet:

[Vejdirektoratet.dk -> Værktøjer -> Kvalitetsledelsessystemet -> Data, tegninger og værktøjer -> Mængdeberegninger](#)

Open Roads

Generering af geometriske jordberegninger af afgravning / påfyldning (tværsnitsareal pr. 10 m):

Se brugerhjælpen:

[Digitalvej.vejdirektoratet.dk -> Open Roads -> Mængder -> Massekurve](#).

MicroStation

Optegning af massekurvetegning med flytteafstande:

Se brugerhjælpen:

[Digitalvej.vejdirektoratet.dk -> Microstation -> Tegningsopsætning -> Massekurve](#) for en vejledning i, hvordan man importerer excel-filen i en tegning og færdigbehandler tegningen.

8 Dokumentstyring

Godkendt af	Enhed/netværk	Fagtema	Næste revision	Dokument nr.	Dok. oversigt	Adgang
GBW / DT-PV-DES, 08.02.2025	DT-PV / Digitale vejmodeller	Vej- og trafikfag- lige systemer	Februar 2025	14/00620-2	[x] Ja [] Nej	[] Intern [x] Ekstern