

# Ny lærebog om vejgeometri

I juni 2019 udgav civilingeniør Marianne Rask en ny lærebog i vejgeometri, baseret på undervisningsmateriale fra hendes undervisning som ekstern lektor på Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Bogen er målrettet både studerende og fagfolk inden for vej- og baneområdet. En vigtig intensjon med bogen har således været, at den vil kunne indgå i undervisningen af fremtidens vejingeniører.



Marianne Rask, Vex  
mr@vex-consult.dk

## Hvorfor overhovedet skrive en ny bog?

Thagesens og Leleur og Lahrmanns lærebøger har dannet grundlag for undervisningen i vejfagene i de sidste 25 år, og mens fysikkens love stadig er de samme, så er faglige forudsætninger ændret, og ny viden kommet til.

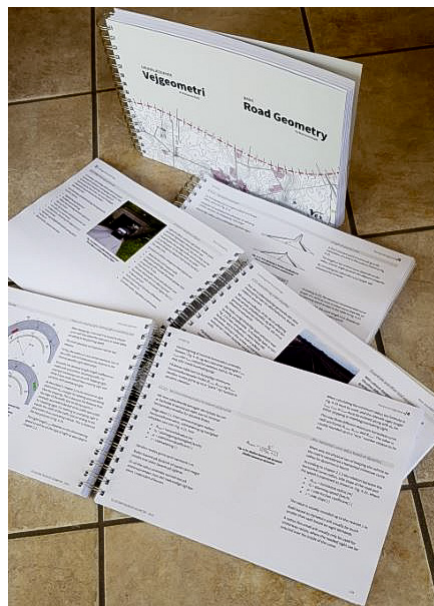
Fx er projektrevison som følge af hensyn til trafikikkerhed og tilgængelighed blevet en væsentlig del af projekteringsproceduren.

Vejreglerådet har desuden de seneste år revideret vejreglerne. Herunder er bl.a. friktionskoefficienter, sigtlængder og hastighedstillæg ændret, hvilket medfører andre minimumskurveradier end tidligere.

Vejreglerne kan – på trods af søgefunktioner – virke overvældende, og den helt nye lærebog tilbyder et overskueligt udpluk af vejreglerne understøttet af talrige billeder og illustrationer. Samtidig indeholder den også andre emner som fx banegeometri, hvor det er relevant at nævne ligheder eller forskelle mellem veje og jernbaner.

En anden nyskabelse ved denne nye lærebog er layoutet, hvor hver side er opbygget i 3 kolonner med hhv. dansk tekst, fælles figurer og engelsk tekst (se figur 1.) Det, at den også er skrevet på engelsk, understreger fagområdets internationale dimension og, at der både på uddannelsesinstitutionerne og i virksomhederne

sidder fagfolk, der ikke har dansk som modersmål. Dansktalende kan omvendt bruge bogen til at finde engelske fagudtryk.



Figur 1. Bogen er inddelt i 3 kolonner.

Bogen indeholder illustrationer i form af fotos eller figurer på næsten alle sider. Mens der i Vejreglerne principielt kun vises billeder af korrekte løsninger, indeholder bogen en række mere eller mindre pudsig eksempler. Det er forfatterens håb, at det billedrige format vil gøre bogen indbydende og inspirerende for læserne. De fleste fotos er taget af forfatteren selv over mange år og ofte med forfatterens familie som tilskuere. (Oplevelserne omkring dette er beskrevet i det underholdende forord af forfatterens mand.)

## Historik

I Trafik & Veje november 2013 kunne man i en artikel læse, at en gruppe på 4 undervisere havde planer om at udgive en erstatning for Thagens lærebog "Veje og stier". På trods af de gode intentioner viste det sig imidlertid vanskeligt at gennemføre projektet – hovedsagligt fordi det var svært at frigøre tid uden finansiering, og det var svært at få finansiering uden en realistisk tidsplan.

To af bidragsyderne fik på trods af dette alligevel produceret noget foreløbigt materiale, som blev afprøvet på en række studerende, som gav løbende feedback, men det fælles projekt virkede efterhånden urealistisk. I slutningen af 2018 besluttede forfatteren derfor, at projektet var så vigtigt, at hendes bidrag skulle udgives som en selvstændig publikation, og hun har derfor nu gennemført projektet med finansiering fra hendes eget konsulentfirma Vex og fra VEJ-EU.

## Processen

Lærebogen er baseret på undervisningsmateriale fra forfatterens undervisning på DTU, og de seneste år har de studerende været undervist efter forskellige versioner af undervisningsmaterialet. De har givet feedback, og deres forståelse (eller mangel på samme) af emnerne har ført til løbende revisioner.

For at kvalitetssikre udgivelsen yderligere samlede forfatteren 16 fagpersoner med forskellige kompetencer fra vej- bane- og undervisningsbranchen til en workshop i foråret 2019. Over 2 dage blev det foreliggende skriftlige materiale gennemgået, og workshopdeltagerne udarbejdede input til rettelser og tilføjelser til den endelige lærebog.

Efter workshoppen gik forfatteren i "skrive-skjul" i et par uger for at indarbejde inputtet. Derefter blev resultatet sendt tilbage til workshopdeltagerne for at de kunne give feedback på udvalgte afsnit, hvorefter forfatteren færdiggjorde teksten. Endelig blev den engelske tekst gennemgået af en korrespondent, og hele dokumentet blev revideret af en grafisk designer.

## Økonomi

VEJ-EU har været venlig at sponser en del af workshoppen samt to events i forbindelse med lancering af den færdige bog. Dette svarer til ca. halvdelen af de samlede omkostninger. Resten er dækket af forfatterens eget firma.

Det har aldrig været meningen, at bogen skulle være et overskudsprojekt, og det bliver den næppe, da bogen stilles gratis til rådighed. Af hensyn til læsere, der foretrækker at læse på papir, er bogen trykt i et mindre oplag, der kan købes til prisen for trykningen.

## Bogens indhold

Bogen indeholder 10 kapitler. Se figur 2.

Hvert af kapitlerne 2-7 indledes med læringsmål og afsluttes med en kort opsummering af det forventede udbytte. Kapitlerne 2-6 indeholder desuden et antal øvelser, hvor løsningerne er angivet i kapitel 8.

I kapitel 2 introduceres de grundlæggende forudsætninger (bl.a. fra Vejreglernes grundlagshåndbog og sporreglerne) for geometrien herunder fysiske love, sigtlængder, oversigtskrav, fritrumsprofil, sikkerhedszone, arealbehov, hastighedsbegreber og forskellige klassifikationer.

Kapitel 3 behandler vejens tværprofil, dets elementer og anlæggets tilslutning til terræn, afvandingselementer, basistværsprofiler i åbent land og i by samt overhøjede og normalt værsnit.

Kapitel 4 og 5 behandler hhv. linjeføring og længdeprofil og fastsættelse af minimums- og maksimumsværdier for elementerne.

Kapitel 6 er der, hvor fagligheden virkelig kommer i spil! Her tydeliggøres det, at selvom der projekteres en linjeføring og et længdeprofil, der begge overholder vejreglernes minimumsradier m.m., så kan det resulterende tracé sagtens blive elendigt. Dette illustreres på en række skitser, der viser linjeføring, længdeprofil og det

resulterende 3-dimensionelle vejbillede. Eksemplerne stammer fra Danmark, Spanien og Tyskland. Desuden behandles niveaufri skæringer og placering af vejkrud. Et helt centralt element i dette kapitel er, at der aldrig bør frigives et vejtracé, før det er påvist, at samspillet mellem linjeføring og længdeprofil er problemfrit.

INDHOLDSFORTEGNELSE / CONTENTS	
1	INTRODUKTION / INTRODUCTION..... 10
2	GRUNDLÆGGENDE FORUDSÆTNINGER / BASIC ASSUMPTIONS ..... 12
3	VEJENS TVÆRPROFIL / ROAD CROSS SECTION..... 67
4	LINJEFØRING / HORIZONTAL ALIGNMENT ..... 121
5	LÆNGDEPROFIL / VERTICAL ALIGNMENT ..... 149
6	TRACÉRING / ROUTING (3D ALIGNMENT) ..... 174
7	PROJEKTERING I PRAKSIS / DESIGN PUT INTO PRACTICE..... 232
8	SVAR TIL ØVELSER / ANSWERS TO EXERCISES ..... 255
9	DATA / DATA ..... 272
10	LITTERATURLISTE / BIBLIOGRAPHY..... 275

Figur 2. Bogens indhold.

Et andet meget vigtigt aspekt ved tracéet er trafikikkerheden. I forfatterens egenskab af trafikikkerhedsrevisor har hun gentagne gange set eksempler på nye vejprojekter, hvor kombination af linjeføring og længdeprofil vil resultere i et uskønt forløb, som dog ikke er direkte trafikfarligt. Som trafikikkerhedsrevisor kan man kun påpege trafikikkerhedsmæssige – men ikke æstetiske – problemer. Påpeges æstetiske udfordringer som en bemærkning, sker det desværre ofte, at bygherren mangler faglig indsigt, så anbefalingen om omtracéring bliver afvist med henvisning til, at tracéet overholder minimumskrav og/eller er fastlagt i en lokalplan. Det er en af intensionerne, at denne lærebog vil kunne illustrere tracéets betydning på en måde, så alle kan forstå det og fravælge dårlige løsninger.

Ideen til kapitel 7 opstod på workshoppen. I kapitlet behandles kort den praktiske projekteringsprocedure, Computer Aided Design (CAD), 3D-modeller samt begrebet BIM (Bygnings Informations Modellering). Da udviklingen går ekstremt stærkt på dette område, vil dette kapitel dog meget hurtigt være forældet.

I kapitel 7 behandles også kort vejens aptering og drift samt trafikikkerheds- og tilgængelighedsrevision. Endelig oplistes

de særlige hensyn, der skal tages ved projektering i byområder. Sidstnævnte emne kunne udfylde en selvstændig lærebog, men i denne sammenhæng medtages blot de overordnede retningslinjer.

## Hent bogen

Bogen kan downloades gratis fra [www.vex-consult.dk/bog](http://www.vex-consult.dk/bog). Den suppleres af en eksempelsamling, der kan opdateres løbende.

Forfatteren modtager meget gerne ideer og input til eksempelsamlingen eller rettelser til bogen.

## Fremtidens uddannelse af vejingeniører

Da forfatteren i årene op til 1993 uddannede sig på bygningsingeniørretningen på Danmarks Tekniske Højskole (DTH), lå det ikke fra starten i kortene, at hun skulle blive vejingeniør. I løbet af studiet viste det sig dog, at der var så mange interessante og gode fag at vælge imellem på Institut for Veje, Trafik og Byplan at hun endte med at specialisere sig dér.

I dag hedder DTH DTU, og studiet er opbygget på en helt anden måde bl.a. med mindre valgfrihed og et mindre fagligt kursusudbud. (Hvilket efter forfatterens mening ikke er nogen fordel for branchen, der har vanskeligt ved at markedsføre vejfaget for unge, der skal vælge studie!)

Lærebogen i vejgeometri er således skrevet med udgangspunkt i en årelang undervisning på DTU, som bl.a. kursusansvarlig underviser på et selvstændigt kursus i vejgeometri. Desværre prioriteres geometrisk vejprojektering ikke længere på DTU i Kgs. Lyngby, hvorfor lærebogen sandsynligvis ikke vil komme i brug der. Det er håbet, at den i stedet vil gøre gavn på landets øvrige undervisningsinstitutioner eller bruges til inspiration eller efteruddannelse af teknikere, vejingeniører eller andre fagfolk.