

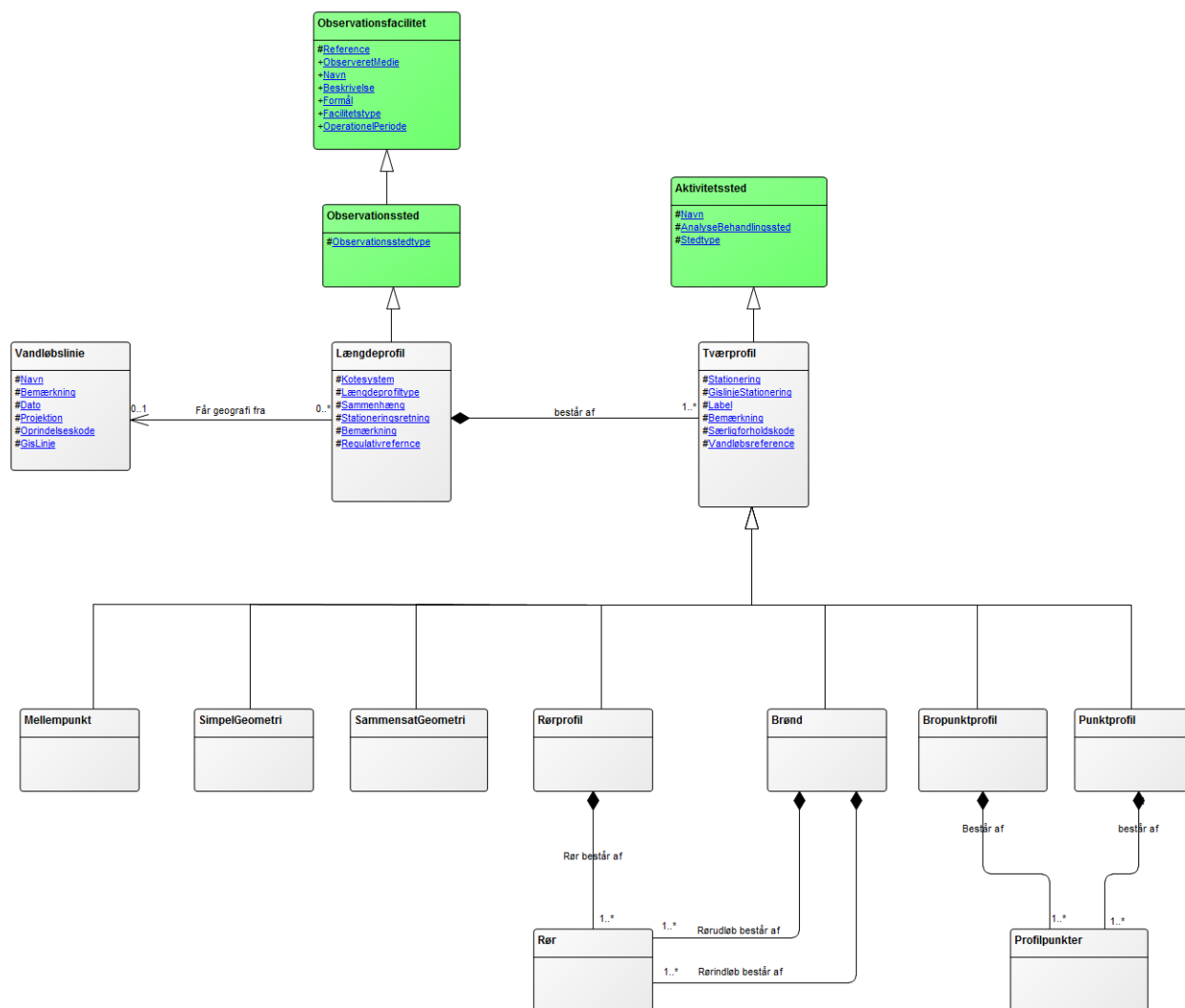
Vejledning til modellering af vandløb

Indledning.....	2
Modellering af vandløb	3
Referencearkitektur for Observation og måling.....	4
Emnekataloget er centralt for datamodellen for vandløb	5
Begrebsforklaring af Datamodel.....	6
Længdeprofil.....	6
Stationering	7
Vandløbslinien	9
Punkttværsprofilen	9
Rørlægninger	10
Simpel brønd.....	11
Geometriske tværprofiler.....	12
Mellempunkt	13
Yderligere information	14

Indledning

Modellen for vandløb er udviklet på baggrund af datamodellen i Orbicons VASP program, der anvendes i administrationen af vandløb i kommunerne. Herudover er modellen udarbejdet med udgangspunkt i referencearkitekturen for Observation og måling. Denne vejledning giver en beskrivelse af centrale faglige begreber, der anvendes i modellen for vandløb, og efterfølgende en beskrivelse af hele datamodellen.

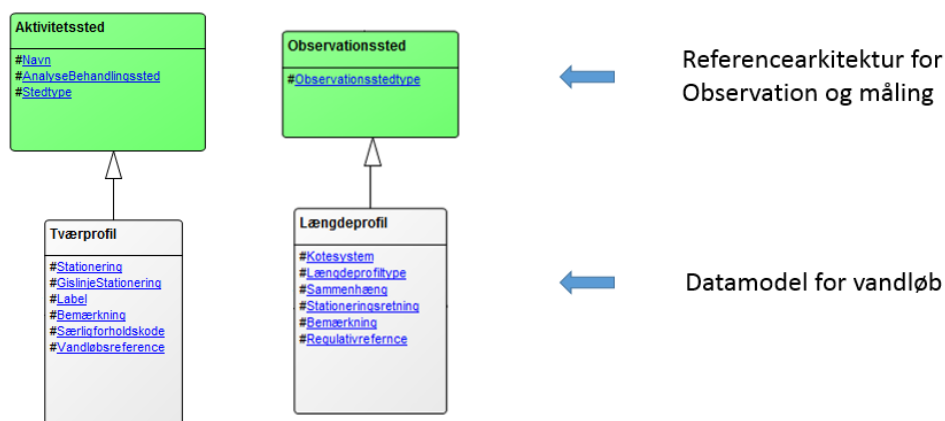
Datamodellen skal læses i spil med referencearkitekturen for Observation og måling, samt med det tilhørende regneark, som indeholder en oversigt over de egenskaber/attributter som er relevante at måle/observere ved et vandløb.



Figur 1 - Datamodel for vandløb

Modellering af vandløb

Det er en forudsætning for forståelsen samt anvendelsen af datamodellen for vandløb, at have kendskab til referencearkitekturen for Observation og måling. Referencearkitekturen er udarbejdet af KL, i forbindelse med flere modelleringsprojekter indenfor vandområdet på teknik- og miljødomænet. Datamodellen for vandløb genbruger centrale modeller, elementer og arkitekturmønstre fra referencearkitekturen for observation og måling. Datamodellen for vandløb har sin egen model, som er en uddybende anvendelse af referencearkitekturen for Observation og måling, hvor der er tilføjet vandløbsspecifikke elementer, samt specialiseringer til flere af elementerne fra referencearkitekturen.



Figur 2- Specialisering fra referencearkitekturen for Observation og måling til datamodellen for vandløb

Datamodellen for vandløb skal anses som en konkret anvendelse af referencearkitekturen for Observation og målinger, hvor Orbicon har beriget modellen med den faglighed de har haft omkring vandløb og vandløbsdata. Elementer i datamodellen som er specifikke i forhold til vandløb er beskrevet i dette dokument, herudover er der en overordnet beskrivelse af referencearkitekturen for Observation og måling. Modeller samt uddybende beskrivelser fra referencearkitekturen for Observation og måling kan tilgås via følgende link:

http://info.rammearkitektur.dk/index.php/Observation_og_m%C3%A5ling

Referencearkitektur for Observation og måling

Referencearkitekturen for observation og måling er generisk, forstået på den måde, at den ikke specielt sigter mod et specifikt forretningsområde, men kan anvendes bredt eksempelvis inden for miljøområdet.

Referencerearkitekturen for observation og måling er udarbejdet med udgangspunktet i INSPIRE dataspecifikationerne for "[Observation and Measurements]¹" og "[Environmental Monitoring Facilities]²", samt arbejdet med modellering af overfladevand(VanDa).

Som udgangspunkt sikrer modellen at kunne beskrive egenskaber ved forskellige "objekter" såsom vandløb, søer, luft, jord osv. Den samlede tilstand for et "objekt" er summen af de resultater (observationer, målinger etc.), som er opsamlet på et givet tidspunkt. "Objekterne" vi opsamler viden omkring kan være geografisk placeret et sted. Disse steder kan mere eller mindre specifikt angives i modellen via observationssteder og aktivitetssteder. For at opsamle resultaterne gennemføres en række aktiviteter, som hver især har til formål at skaffe et delresultat af det samlede billede. Aktiviteterne kan samles i pakker. Modellen sikrer muligheden for at angive alle relevante metadata omkring en måling/observation, såsom hvem har foretaget målingen, hvornår og hvor målingen er foretaget osv., samt selve resultatet af målingen/observationen.

¹ https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.9_O&M_Guidelines_v2.0rc3.pdf

² https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.9_O&M_Guidelines_v2.0rc3.pdf

Emnekataloget er centralt for datamodellen for vandløb

Referencearkitekturen for observation og måling er delt op i flere delmodeller, som hver især specificerer og uddyber forskellige delområder af referencearkitekturen. De er alle vigtige i forhold til at kunne beskrive observationer og målinger, men særligt delmodellen 'Emnekatalog' har en central betydning for anvendelsen af modellen. I Emnekataloget defineres og beskrives alle de egenskaber som kan måles og observeres, altså alle de informationer/data man gerne vil kunne registrere i en specifik kontekst, eksempelvis ved måling/observation af et vandløb.

Orbicon har sammen med datamodellen for vandløb udarbejdet et regneark som indeholder oplysninger om alle de egenskaber det er relevante at registrere information/data omkring i forbindelse med et vandløb. I regnearket er defineret samtlige egenskaber, deres enheder og eventuelle constraints. Herudover fremgår det hvilke egenskaber man kan observere/måle på forskellige områder af vandløbet (Tværprofiltyper).

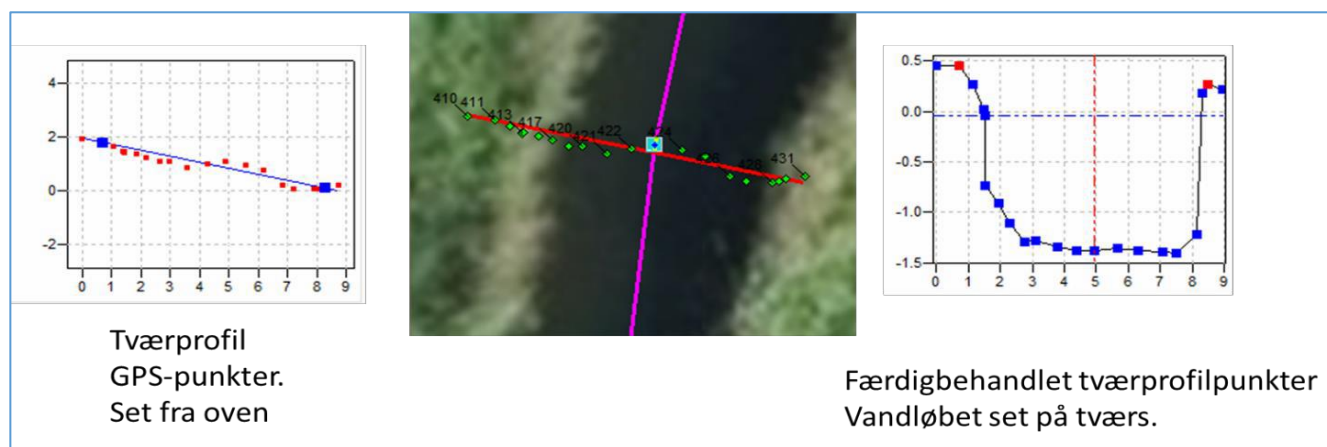
ObserverbarEgenskab	Beskrivelse	Type/Enhed	Constraint	Metode	Aktiviteter							
					Punktprofil	BroPunktProfil	Brønd	Rørprofil	Sammens	Simpel	Ge	Mellempunkt
Stationering	Meter ned af vandløbet	m	Unik inden for længdeprofillet		X	X	X	X	X	X	X	X
GislinsStationering	Meter ned af gislinsjøn	m	Krævet hvis længdeprofillet er geokodet (se xx)		(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Vandspejlskote	Vandspejlskote	m kote			(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
VandspejlsDato	Dato for vandspejlskoten				(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Label	Præsentations tekst typisk til plot og tabellering. Eks. "Skalær: 64" eller "Vejbro over"	Tekst			(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Bemærkning	Intern bemærkning. Eks. "Lille brinkudskridning i venstre side"	Tekst			(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Særligforholdskode	Kode der angiver særlige forhold ved profillet 1: Ingen 2: Rørløb 3: Rørdøb 4: Rørpunkt 5: Brønd 6: Rørtilløb 7: Åbent tilløb 8: Broindløb 9: Broudløb 10: Styrt 11: Stemmeværk 12: Bundpæl 13: Skalapæl	Kodelliste	Lovligt udfaldsrum afhængigt af undersøgelsesemne. Angivet i parentes i efterfølgende kolonner.		X (1,10,11)	X (8,9)	X (5)	X (2,3,8,9)	X (1,11,12)	X (1,11,12)	X (1,6,7,11,12,13)	
VandløbsReference	Geodanmark vandløbsreference hvis den etableres				(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
BrodækVenstreKote	Kote på overkant af brodæk i venstre side	m kote				X						
BrodækHøjreKote	Kote på overkant af brodæk i højre side	m kote				X						
NulPunktsSide	Kode Venstre/Højre. Nulpunktside i profilpunkter. Venster eller højre	Kodelliste			X	X						
ProfilPunkter	Liste af profilpunkter. Punkter der beskriver vandløbet på tværs	Kompleks type Profil	Listen er sorteret efter		X	X						

Figur 3 – Udklip af regneark med observerbare egenskaber for vandløb

Begrebsforklaring af Datamodel

Længdeprofil

Længdeprofilet indeholder data, der beskriver vandløbs fysik som en konstruktion dvs. hvordan ser vandløbet ud set fra oven, på tværs og på langs. Et eksisterende vandløbs fysik bestemmes gennem en vandløbsopmåling, som typisk foretages vha. GPS, hvor der registreres XYZ værdier. XYZ værdierne omsættes gennem en bearbejdningsproces til et længdeprofil, som er en samling af tværprofiler udtaget forskellige steder på vandløbet.

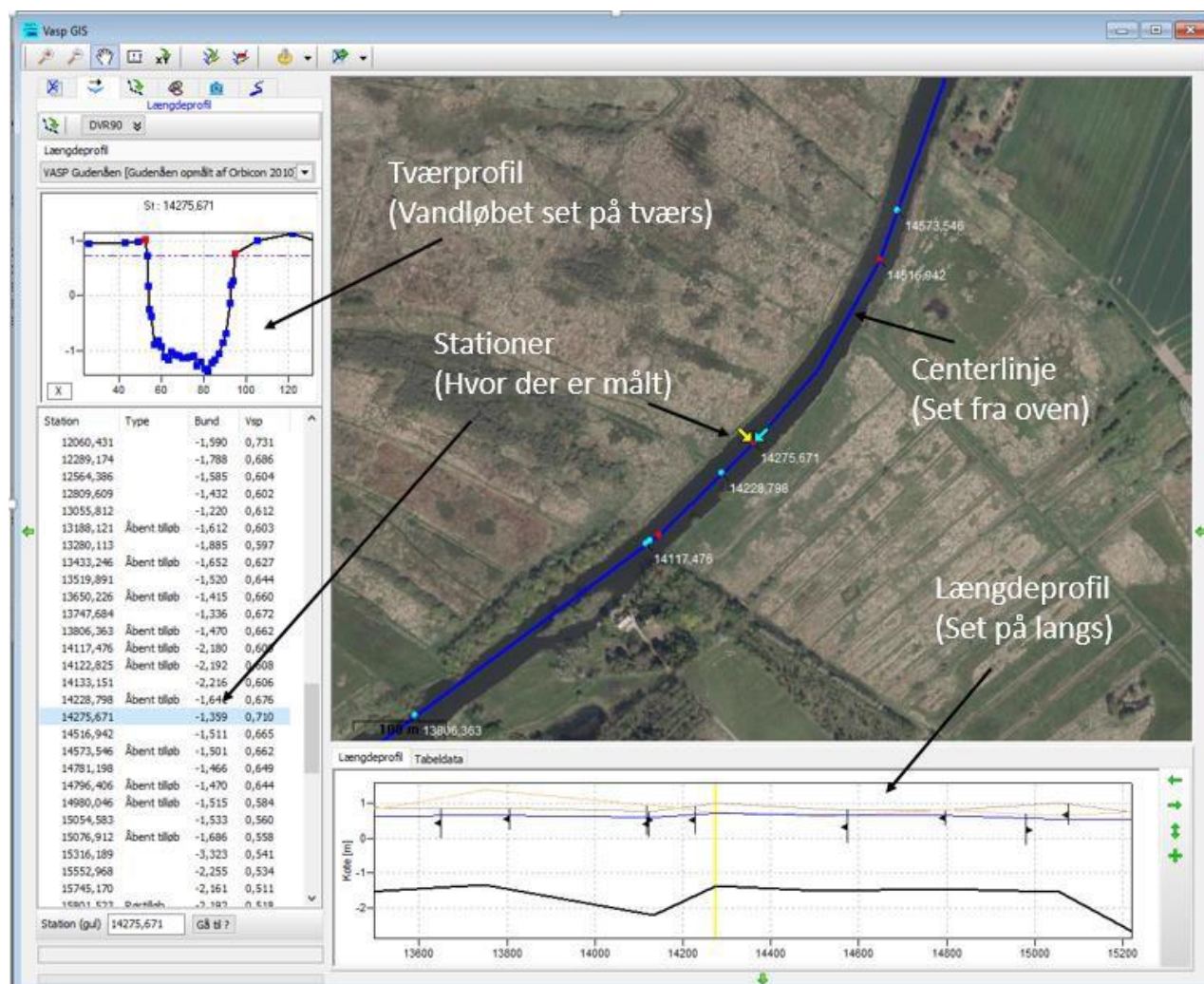


Figur 4: Eksempel på tværprofil

Længdeprofilet er således en tredimensional beskrivelse af et vandløb til et givet tidspunkt eller anvendelse. En vandløbsopmåling giver som resultat en centerlinie og en samling af tværprofiler. Et tværprofil kan også være et rør eller en et geometrisk tværprofil. Et længdeprofil behøver ikke at opstå gennem en opmåling, men kan også være konstrueret gennem et regulativs skikkelse eller modelleret gennem f.eks. en højdemodel. Længdeprofilet kan også beskrive en projektering ved f.eks. åbning af en rørlagt strækning.

Udover at længdeprofilet indeholder en liste af tværprofiler samt muligvis en tilknyttet vandløbslinje indeholder den også overordnet information såsom et navn, en memo bemærkning og en opmålingsdato samt en række koder, som f.eks. Hvilket kotesystem der er anvendt (DNN eller DVR90).

Et tværprofil beskriver vandløbet på tværs og er typisk en samling punkter, men det kan også være rør eller brønde. Tværprofilet kan også have egenskaber; et broindløb eller et stemmeværk. Udover tværprofiler kan et længdeprofil også indeholde observationer, som typisk er i siden af vandløbet så som rørtilløb, åbent tilløb eller skalapæle.



Figur 5: Begreber

Stationering

Geografisk positionering af tværprofiler og mellempunkter foretages vha. stationering, hvor en station skal opfattes som "Meter ned af vandløbet fra et defineret startsted der har station 0". En stationering giver således kun mening, hvis man har et tilhørende vandløbsforløb. I moderne opmålinger bliver vandløbslinien udtrykt, som en digitale centerlinje, en polyline i GIS sammenhæng. Ældre opmålinger har ikke nødvendigvis nogen digital vandløbslinie tilknyttet, men vandløbets forløb kan være på "papirkort", typisk som et bilag til et regulativ. Et tværprofils stationering skal være unik inden for længdeprofilens liste af tværprofiler. Længdeprofilet angiver gennem koden "stationeringsretning" også om stationeringerne er stigende i medstrøms eller modstrøms retning.

Hvis et længdeprofil har tilknyttet en vandløbslinie, betegnes den som et geokodet længdeprofil. Et ikke geokodet længdeprofil kan oparbejdes til geokodet ved at etablere en digital linje og så efter bedste evne at placere tværprofilerne på centerlinjen. Denne proces kaldes geokodning af et længdeprofil. En anden form for geokodning er at udskifte et længdeprofils vandløbslinje med et anden vandløbslinje. I de offentlige vandløb er det vandløbsregulativene der fastlægger, hvor station 0 ligger samt andre faste objekter på vandløbet, som

ikke flytter sig så som broer, større tilløb og rørlægninger. Når en vandløbsopmåling er færdigbearbejdet er stationeringerne typisk regulativstationeringer. Dette forhold gør, at et geokodet tværprofil har to stationeringer på sig. En digital stationering, der angiver hvor mange meter ned af den digitale centerlinje punktet ligger og så en slutbruger stationering dvs. den stationering brugeren arbejder med. Når en rå GPS opmåling er omsat til et længdeprofil vil den digitale stationering være den samme som slutbruger stationeringen. Den første del af færdiggørelsen af opmålingen vil typisk være, at tilpasse slutbrugerstationeringen til de referencegivende stationeringer i vandløbsregulativet. Dvs. at hvis et regulativ beskriver, at en specifik bro f.eks ligger i station 1000, så skal det tilsvarende punkt i opmålingen også have stationeringen 1000. Det man gør er, at man gennemtvinger slutbruger stationeringer på udvalgte punkter i opmålingen og derefter interpolerer man slutbrugerstationeringerne i mellem de fikserede stationeringer. Dvs. man fastholder den digitale stationering og derved den geografiske position, men ændrer stationeringerne i henhold til et referencesystem, så som et regulativ.

Stationering					Beregnete XY koordinat		Digital stationering		
S...	Station	Type	Plottetekst	Bemærkning	X	Y	Digi.station		
	560,000	K-MEL	Broindløb Motorvej		567306,9	6251648,3	0,000		
	564,005	K-PRF			567308,5	6251651,8	3,948		
	577,924	K-MEL			567318,1	6251661,7	17,670		
	587,559	K-MEL			567327,2	6251664,5	27,168		
	596,336	K-MEL			567335,6	6251666,3	35,820		
	598,190	K-MEL	Åbent tilløb	Åbent tilløb fra højre	567337,3	6251667,0	37,648		
	610,244	K-MEL	Skalapæl	Skalapæl nr. ? i ven	567348,4	6251671,4	49,531		
	625,951	K-MEL			567362,8	6251677,1	65,015		
	636,286	K-PRF			567372,7	6251679,5	75,203		
	637,621	K-MEL	Rørtilløb	Rørtilløb fra venstre	567373,7	6251680,3	76,519		
	648,893	K-MEL			567382,6	6251686,9	87,631		
	667,454	K-MEL			567395,7	6251699,8	105,929		
	686,472	K-PRF			567409,2	6251712,8	124,677		
	695,513	K-MEL	Spang		567415,5	6251719,1	133,590		
	726,948	K-MEL			567437,3	6251741,1	164,578		
	746,659	K-MEL			567448,9	6251756,7	184,010		
	772,335	K-MEL			567464,7	6251776,4	209,321		
	784,168	K-MEL			567472,8	6251784,8	220,986		
	805,488	K-PRF			567490,9	6251795,6	242,004		
	808,000	K-RØR	Broindløb	Broindløb Ø 100 cm	567492,7	6251797,3	244,480		

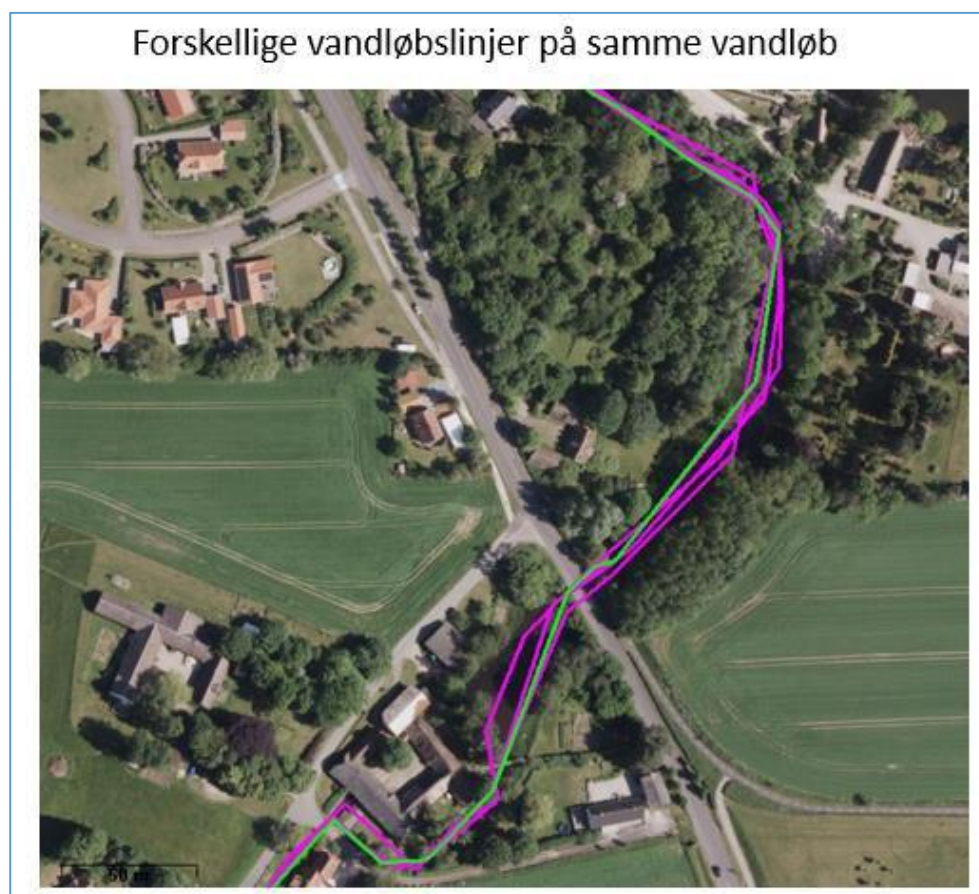
St. 560 og 808 er kendte regulativ Stationeringer, de øvrige er interpoleret

Figur 6: Eksempel på stationering i vandløb

Ud fra den digitale stationering kan man beregne en regulær geografisk xy koordinat, da den digitale stationering altid er meter ned af den digitale vandløbslinje regnet fra den første node i linien. Et længdeprofil er fuldt geokodet, når alle punkter på vandløbet har såvel en digital station som en slutbruger station. I et fuldt geokodet længdeprofil kan man således altid omregne en stationering til en digital stationering og omvendt og endelig kan en digital stationering omsættes til en XY-koordinat.

Vandløbslinien

Vandløbslinjen kan som nævnt opstå gennem en opmåling, men den kan også være konstrueret gennem digitalisering ud fra brugerens luftfoto eller være hentet fra f.eks. GeodDanmarks vandløbsmidter. Over tid kan der således opstå mange vandløbslinier, der beskriver det samme vandløb. En vandløbslinie kan også beskrive et fiktivt forløb som f.eks. en planlagt åbning af en rørlagt strækning eller en genslyngning gennem et restaureringsprojekt. Flere længdeprofiler kan også referere til den samme vandløbslinie ved f.eks. at geocode en opmåling til en referencegivende regulativ-vandløbslinie. Dette forhold gør, at når en vandløbslinie først er registreret, må den ikke efterfølgende ændres, da man så ville forandre alle de tilknyttede længdeprofilers geografi.

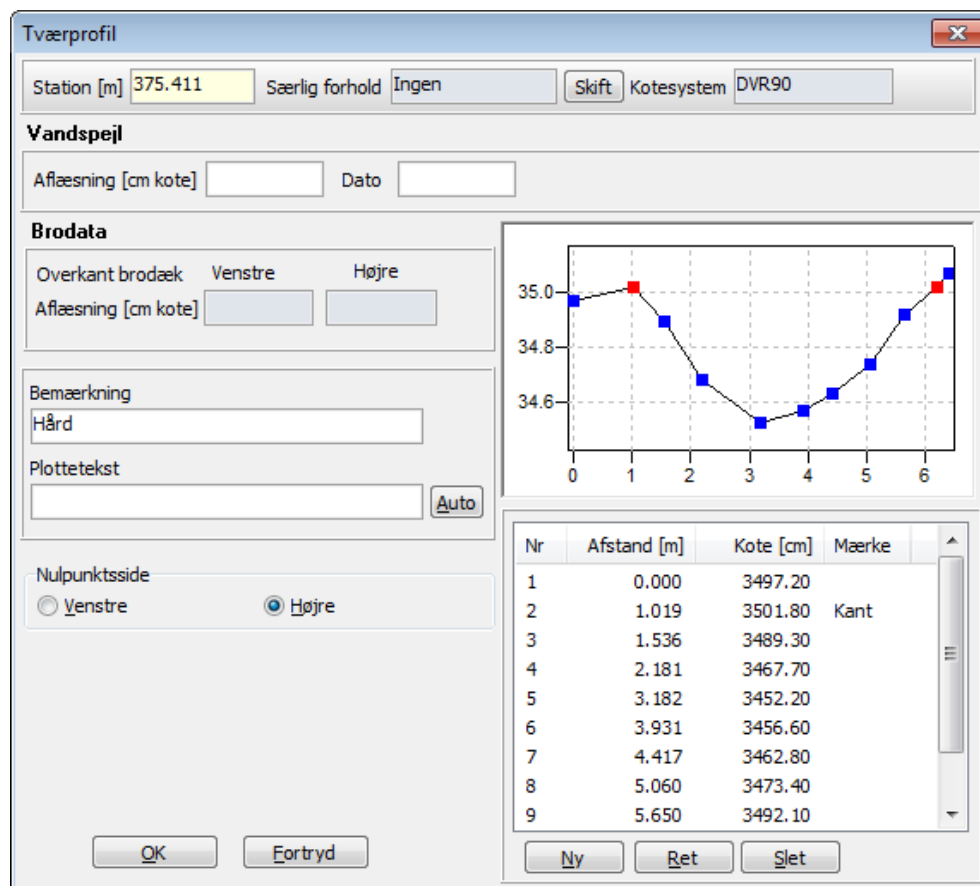


Figur 7: Eksempel på flere vandløbslinier på samme vandløbsstrækning

Punkttværprofilet.

Punkttværprofilet opstår som nævnt typisk gennem en vandløbsopmåling, hvor den primære information er en liste af punkter, der beskriver vandløbets bund eller terræn på tværs af vandløbet. Punkt tværprofilet kan også være et broindløb eller broudløb. Hvis det er en bro, skal broens overkant af brodæk også angives. Overkant af brodæk bruges i præsentationssammenhæng, men også i vandspejlsberegninger da det angiver, hvornår vandet løber over broen.

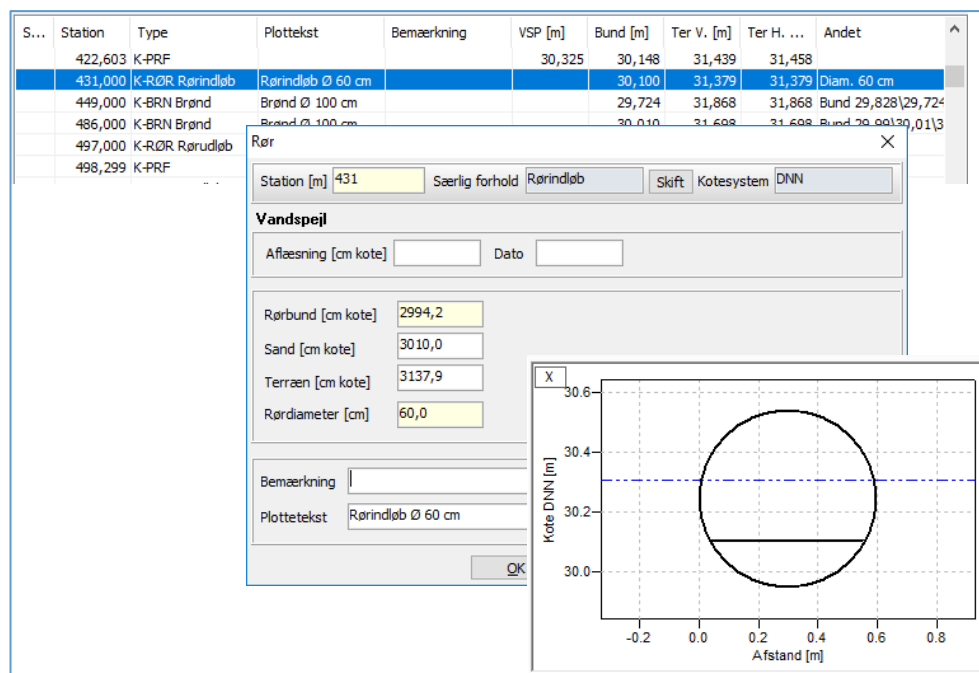
Profilpunkterne kan også have en egenskab på sig, så som at det er en "Kant af vandløb" eller at det er en "bropille". Bemærk de røde markeringer i nedenstående screen dump. Markeringerne er "Kant af vandløb".



Figur 8: Eksempel på punktværprofil

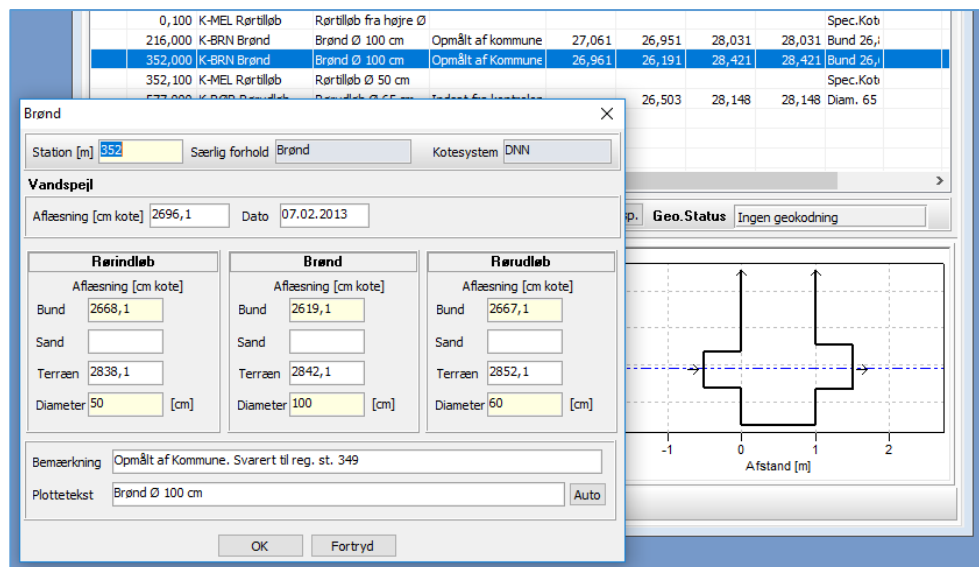
Rørlægninger

En anden for tværgeometri er rørlægninger. En rørlægning består typisk et rørindløb, eventuelle brønde og afsluttes med et rørudløb. Nedenstående viser en typisk rørlægning fra station 432 til 497 med to brønde. Bemærk at der godt kan være sand i et rør, hvilket er en vigtig information i hydraulisk sammenhæng. Mange mindre broer kan også beskrives som en rørlægning, hvor rørindløbet og rørudløbet opfattes som broindløb og broudløb.



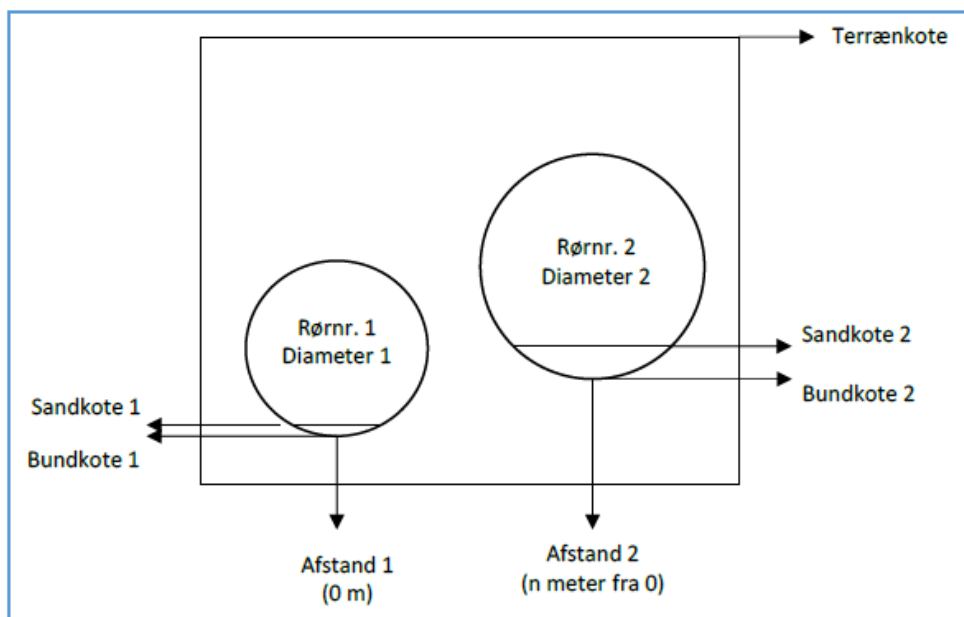
Figur 9: Eksempel på simpelt rør

Simpel brønd



Figur 10: Eksempel på simpel brønd

Et tilbagevendende problem i den traditionelle beskrivelse af en rørlægning er, at den kun kan indeholde et rør og at man af og til støder på at en rørlægning, der består af flere parallelle rør. Oftest vil rørlægninger med flere rør være rørbroer. For at kunne håndtere denne problematik udvides rørløb/udløb med, at den kan bestå af en liste af rør. Dette medfører at en brønd også skal kunne håndtere flere indløb og udløb.



Figur 11: Eksempel på flere parallelle rør

Rørlisten skal kunne håndtere, at rørene har forskellige dimensioner og kan ligge forskudt for hinanden. I sammenhæng med hydrauliske beregninger skal indløb og udløbs rørene parres med hinanden hertil anvendes rørnummeret, se Figur 11.

Geometriske tværprofiler

I regulativsammenhæng bruger man ofte geometriske tværprofiler til at beskrive vandløbet. Geometriske tværprofiler ligner forståelsesmæssigt punkttværprofiler, men tværgeometrien er ikke beskrevet ved profilpunkter, men med parametre, hvorigennem tværgeometrien opstår. Der er to typer geometriske profiler "Simpel geometri" og "Sammensat geometri". Figur 9 viser parametrene til et sammensat profil.

Sammensat geometri

Station [m] 600 Særlig forhold Ingen Skift Kotesystem DNN

Terræn venstre [cm Kote]

Terræn højre [cm Kote]

Bundkote [cm Kote] 2250.0

Bundbredde [m] 0.600

Anlæg [1:?] 1.000

Afsatskote [cm Kote] 2300.0

Banket bredde [m] 0.500

Afsats Brede [m] 2.600

Afsats-anlæg [1:?] 1.000

Bemærkning

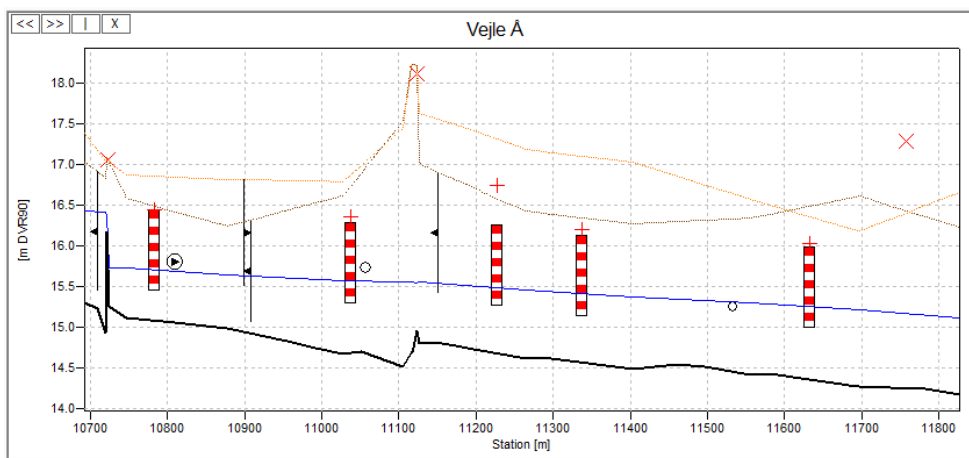
Plottetekst

Figur 12: Eksempel på en sammensag geometri

Et "Regulativlængdeprofil" vil typisk bestå af rørlægninger og geometriske tværprofiler og længdeprofilet kan betragtes som en model af vandløbet. I regulativet vil det geometriske tværprofilet optræde i skikkelsetabellen.

Mellempunkt

Mellempunkter i længdeprofilet beskriver ikke tværgeometri, men er observation typisk i siden af vandløbet. Mellempunktet kan være en simpel feltobservation i form af en plottetekst så som "Brinkudskridning", men kan også være en mere aktiv information, så som beskrivelsen af en skalapæl, et rørtilløb eller et åbent tilløb. Rørtilløb bruges bl.a. til at kontrol af om de er tilsandede. Skalapæle, større rørtilløb og åbne tilløb indgår typisk også i regulativtabeller. Nedenstående længdeprofil plot viser en række rørtilløb, åbne tilløb og skalapæle.



Figur 13: Eksempel på visning af mellempunkter

Yderligere information

Næstved Kommune: Opmåling af Vandløb:

<https://www.naestved.dk/Borger/NaturMiljoeEnergi/Vandloeb/OpmaalingAfVandloeb.aspx>

Naturstyrelsen, Vandløbsregulativer juni 2017:

<http://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/vandlobsregulativerjuni07.pdf>