LEKTION 4 1/1/08 SF1646

BJÖRN WINCKLER
winckler@kth.se

$\boxed{3.3}$ $\bar{x}(t) = (\cos t, 2\cdot\sin t, t)$, $t > 0$

BESTÄM a) HASTIGHET, b) FART, c) ACCELERATION, I $(-1, 0, \pi)$.

a) HASTIGHETEN GES AV $\bar{x}'(t)$:

$$\bar{x}'(t) = (-\sin t, 2\cdot\cos t, 1)$$

b) FARTEN GES AV $|\bar{x}'(t)|$:

$$|\bar{x}'(t)| = \sqrt{(-\sin t)^2 + (2\cdot\cos t)^2 + 1} = \sqrt{\underbrace{\sin^2 t}_{1-\cos^2 t} + 4\cos^2 t + 1}$$

$$= \sqrt{2 + 3\cos^2 t}$$

c) ACCELERATIONEN GES AV $\bar{x}''(t)$:

$$\bar{x}''(t) = (-\cos t, -2\cdot\sin t, 0)$$

I PUNKTEN $(-1, 0, \pi)$ ÄR $t = \pi$ (LÄGG MÄRKE TILL ATT PUNKTEN VERKLIGEN LIGGER PÅ KURVAN, TY $\bar{x}(\pi) = (\cos\pi, 2\cdot\sin\pi, \pi) = (-1, 0, \pi)$.).

VI FÅR GENAST SVARET

$$\begin{cases} \bar{x}'(\pi) = (-\sin\pi, 2\cdot\cos\pi, 1) = (0, -2, 1) & \text{(HASTIGHET)} \\ |\bar{x}'(\pi)| = \sqrt{2 + 3\cdot\cos^2\pi} = \sqrt{2+3} = \sqrt{5} & \text{(FART)} \\ \bar{x}''(\pi) = (-\cos\pi, -2\cdot\sin\pi, 0) = (1, 0, 0) & \text{(ACCELERATION)} \end{cases}$$

$\boxed{3.4}$ GIVET PLAN $x-y+z=3$ OCH HYPERBOLOID $x^2+y^2-z^2=1$. DESSA SKÄR VARANDRA I EN KURVA γ, VARS TANGENT I PUNKTEN $(2,1,2)$ SKALL BESTÄMMAS.

LÄGG MÄRKE TILL ATT EN TANGENT TILL γ I PUNKTEN $\bar{a}$ MÅSTE VARA VINKELRÄT MOT NORMALEN TILL PLANET I $\bar{a}$, SAMT NORMALEN TILL HYPERBOLOIDEN I $\bar{a}$. DVS, OM NORMALVEKTORERNA I $\bar{a}$ ÄR $\bar{v}$ OCH $\bar{w}$, DÅ GES TANGENTENS RIKTNING TILL γ I $\bar{a}$ AV $\bar{v}\times\bar{w}$.

BESTÄM NORMALERNA (KOM IHÅG ATT NORMALRIKTNINGARNA GES AV GRADIENTEN),

$$\bar{v} = \operatorname{grad}(x-y+z)\Big|_{(x,y,z)=(2,1,2)} = (1,-1,1)$$

$$\bar{w} = \operatorname{grad}(x^2+y^2-z^2)\Big|_{(x,y,z)=(2,1,2)} = (2x,2y,-2z)\Big|_{(x,y,z)=(2,1,2)}$$

$$= (4,2,-4)$$

TANGENTENS RIKTNING TILL γ I $(2,1,2)$ ÄR ALLTSÅ

$$\bar{n} = \bar{v}\times\bar{w} = \big((-1)\cdot(-4)-1\cdot 2,\ 1\cdot 4-1\cdot(-4),\ 1\cdot 2-(-1)\cdot 4\big)$$

$$= (2,8,6)$$

TANGENTENS EKVATION GES DÅ AV

$$(x,y,z) = (2,1,2)+t\cdot(2,8,6), \quad t\in\mathbb{R}$$

$\boxed{3.6}$ GIVET YTAN $\bar{r}(s,t)$:

$$\begin{cases} x = (2-\cos t)\cos s \\ y = (2-\cos t)\sin s \\ z = \sin t \end{cases} \qquad \begin{matrix} -\pi \le s \le \pi \\ -\pi \le t \le \pi \end{matrix}$$

BESTÄM EN NORMALRIKTNING TILL YTAN I PUNKTEN $(1, \sqrt{3}, 1)$.

NORMALRIKTNINGEN I EN PUNKT KAN SKRIVAS SOM EN KRYSSPRODUKT AV TVÅ (ICKE-PARALLELLA) TANGENTER I PUNKTEN.

LÅT γ_s VARA KURVAN $t \longmapsto \bar{r}(s,t)$ (s FIXT) OCH LÅT δ_t VARA KURVAN $s \longmapsto \bar{r}(s,t)$ (t FIXT).

DÅ ÄR TANGENTER TILL γ_s OCH δ_t OCKSÅ TANGENTER TILL YTAN. TANGENTERNA GES AV

$$\gamma_s'(t) = (\sin t \cdot \cos s,\ \sin t \cdot \sin s,\ \cos t)$$

$$\delta_t'(s) = (-(2-\cos t)\sin s,\ (2-\cos t)\cos s,\ 0)$$

DÄR γ_s' OCH δ_t' EJ ÄR PARALLELLA SÅ GES EN NORMALRIKTN. TILL YTAN AV

$$\text{(i)} \quad \gamma_s'(t) \times \delta_t'(s) = \big(0 - \cos t \cdot (2-\cos t)\cdot \cos s,\ \cos t \cdot (-1)(2-\cos t) \cdot \sin s,\ \sin t \cdot \cos s \cdot (2-\cos t)\cdot \cos s - \sin t \cdot \sin s \cdot (-1)\cdot(2-\cos t)\sin s\big)$$

I PUNKTEN $(1, \sqrt{3}, 1)$ GÄLLER

$$\begin{cases} (2-\cos t)\cdot \cos s = 1 \\ (2-\cos t)\cdot \sin s = \sqrt{3} \\ \sin t = 1 \end{cases}$$

EFTERSOM $\sin t = 1 \iff \cos t = 0$ FÅR VI (I PUNKTEN $(1,\sqrt{3},1)$ FORTFARANDE)

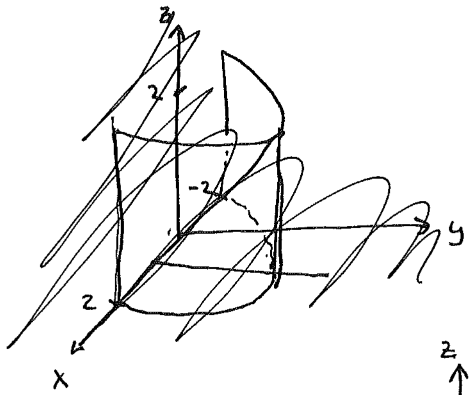
$$\begin{cases} 2\cdot \cos s = 1 \\ 2 \cdot \sin s = \sqrt{3} \\ \cos t = 0 \end{cases}$$

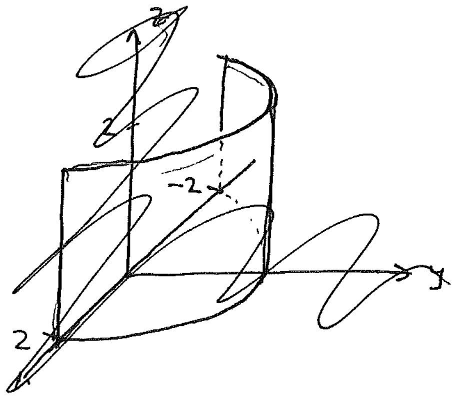
VILKET EFTER INSÄTTNING I (i) GER EN NORMALRIKTNING I $(1,\sqrt{3},1)$

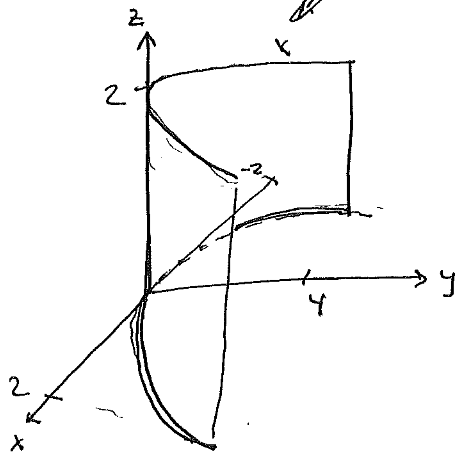
$$\bar{n} = \left(0, 0, \tfrac{1}{2}\cdot 1 + \tfrac{\sqrt{3}}{2}\cdot\sqrt{3}\right) = (0,0,2)$$

$\boxed{3.8}$ SKISSERA YTAN $Y: \bar{r} = (t, t^2, s)$, $-2 \le t \le 2$, $0 \le s \le 2$. BESTÄM NORMALVEKTORER I $(1,1,1)$ OCH $(0,0,1)$. SKRIV ÄVEN YTAN SOM EN NIVÅYTA.

VARJE SKÄRNING MELLAN Y OCH PLANET $\{(x,y,z) \mid z = \text{konst.}\}$ GES AV PARABOLEN $t \mapsto (t, t^2)$ (OBEROENDE AV s). SÅLEDES ÄR Y EN "CYLINDERYTA":







NORMALVEKTORER GES AV

$$\frac{\partial \bar{r}}{\partial t} \times \frac{\partial \bar{r}}{\partial s} = (1, 2t, 0) \times (0,0,1) = (2t, 1, 0)$$

NORMAL I $(1,1,1)$:

$$\bar{n} = (2,1,0) \qquad [t=1]$$

NORMAL I $(0,0,1)$:

$$\bar{n} = (0,1,0) \qquad [t=0]$$

EFTERSOM ATT $x^2 = y$ PÅ Y FÅR VI ATT Y GES SOM NIVÅYTAN:

$$x^2 - y = 0$$

$\boxed{3.18}$ LÅT $\begin{cases} u = x^2 + y^2 \\ v = \sin(x^2+y^2) \end{cases}$ BERÄKNA $\dfrac{d(u,v)}{d(x,y)} = \begin{vmatrix} u'_x & u'_y \\ v'_x & v'_y \end{vmatrix}$

$u'_x = 2x$

$u'_y = 2y$

$v'_x = \cos(x^2+y^2) \cdot 2 \cdot x$

$v'_y = \cos(x^2+y^2) \cdot 2y$

$$\frac{d(u,v)}{d(x,y)} = 2 \cdot \begin{vmatrix} x & y \\ x \cdot \cos(x^2+y^2) & y \cdot \cos(x^2+y^2) \end{vmatrix}$$

$$= 2 \cdot \left[xy \cdot \cos(x^2+y^2) - yx\cos(x^2+y^2) \right] = 0$$

$\boxed{3.23}$ EKVATIONEN $x^3y + 2y^3x = 3$ GER IMPLICIT y SOM EN FUNKTION AV x. BESTÄM DERIVATAN $y'(1)$.

VI SKULLE KUNNA FÖRSÖKA LÖSA UT y UR EKVATIONEN OCH SEDAN DERIVERA. ETT ENKLARE ALTERNATIV ÄR ATT DERIVERA IMPLICIT, DVS. ANVÄND KEDJEREGELN OCH DERIVERA PÅ BÅDA SIDOR AV LIKHETSTECKNET:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left\{ x^3y + 2y^3x \right\} = \frac{\partial}{\partial x}\left\{ 3 \right\}$$

$$3x^2 \cdot y + x^3 \cdot y' + 2 \cdot \left[3y^2 \cdot y' \cdot x + y^3 \right] = 0$$

$$x^3 \cdot y' + 6y^2 x \cdot y' = -(3x^2y + 2y^3)$$

$$y' = -\frac{3x^2y + 2y^3}{6y^2x + x^3}$$

I PUNKTEN $(1,1)$ ÄR $y(1) = 1$ SÅ

$$y'(1) = -\frac{3 \cdot 1^2 \cdot y(1) + 2y(1)^3}{6 \cdot y(1)^2 \cdot 1 + 1^3} = -\frac{3+2}{6+1} = -\frac{5}{7}$$

$\boxed{3.25}$ LÅT $f(x,y) = \sin(xy) - \ln(x+y)$, VISA ATT EKV. $f(x,y) = 0$ DEFINIERAR y SOM EN FUNKTION AV x LOKALT KRING PUNKTEN $(0,1)$. BERÄKNA $y'(0)$.

$$f'_y = \cos(xy) \cdot x - \frac{1}{x+y} \implies f'_y(0,1) = -1$$

DÅ $f'_y(0,1) \neq 0$ KAN VI TILLÄMPA IMPLICITA FUNKTIONSSATSEN VILKEN SÄGER ATT $y = y(x)$ KRING $(0,1)$. ~~DÅ~~

FÖR ATT BESTÄMMA $y'(0)$ ~~DÅ~~ IMPLICITDERIVERAR VI EKV. $f(x,y) = 0$:

$$\frac{\partial}{\partial x}\{f(x,y)\} = \frac{\partial}{\partial x}\{0\}$$

$$\cos(xy)\left[y + x \cdot y'\right] - \frac{1}{x+y} \cdot y' = 0$$

$$y' \cdot x \cdot \cos(xy) - y' \cdot \frac{1}{x+y} = -y \cdot \cos(xy)$$

$$y' = -\frac{y \cdot \cos(xy)}{x \cdot \cos(xy) - (x+y)^{-1}}$$

I PUNKTEN $(0,1)$ FÅR VI

$$y'(0) = -\frac{y(0) \cdot \cos(0 \cdot y(0))}{0 \cdot \cos(0 \cdot y(0)) - (0 + y(0))^{-1}} = -\frac{1 \cdot \cos 0}{0 - 1} = 1$$

$\boxed{3.28}$ LÅT $F(x,y,z) = e^{z-1} + zy + x - 2y^3$, LÅT $\bar{P} = (0,1,1)$.

a) BESTÄM EN EKVATION FÖR TANGENTPLANET I $\bar{P}$ TILL YTAN $F(x,y,z) = 0$.

NOTERA FÖRST ATT $F(\bar{P}) = e^{1-1} + 1 \cdot 1 + 0 - 2 \cdot 1^3 = 1 + 1 - 2 = 0$, SÅ $\bar{P}$ LIGGER I YTAN. TANGENTPLANETS EKVATION I $\bar{P}$ GES AV

$$\bar{n} \cdot (\bar{r} - \bar{P}) = 0$$

DÄR $\bar{n}$ ÄR NORMALEN TILL YTAN I $\bar{P}$ OCH $\bar{r} = (x,y,z)$.

NORMALEN GES AV GRADIENTEN

$$\text{grad } F = (1,\ z - 6y^2,\ e^{z-1} + y)$$

$$\bar{n} = \text{grad } F(\bar{P}) = (1,\ 1 - 6 \cdot 1^2,\ e^{1-1} + 1) = (1, -5, 2)$$

SÅLEDES ÄR TANGENTPLANETS EKVATION

$$x - 5(y-1) + 2(z-1) = 0$$

---

b) DÅ

$$\frac{\partial F}{\partial z}(\bar{P}) = e^{1-1} + 1 = 2 \neq 0$$

GER IMPLICITA FUNKTIONSSATSEN ATT z KAN LÖSAS UT SOM FUNKTION AV (x,y) KRING $\bar{P}$.

SAMMANFATTNING – LEKTION 4

BEGREPP:

- KURVOR (TANGENTVEKTOR (S.121), HASTIGHET/FART/ACCELERATION (S.121), ORTSVEKORNOTATION $\bar{r}(t)$ (S.121))
- YTOR (ORTSVEKTORNOTATION $\bar{r}(s,t)$ (S.126), NORMALVEKTOR (S.127))
- DERIVATA AV VEKTORVÄRDA FUNKTIONER (FUNKTIONALMATRIS (S.129), LINJARISERING (S.132), KEDJEREGELN (S.137), JACOBIANEN (S.140))
- IMPLICITA FUNKTIONER (S.146)

SATSER:

- DERIVATAN AV SAMMANSÄTTNING AV TVÅ VEKTORVÄRDA FUNKTIONER, SATS 1 (S.141) [KEDJEREGELN]
- INVERSA FUNKTIONSSATSEN (S.144)
- IMPLICITA FUNKTIONSSATSEN (S.148)