Chapter 5

ඉංජිනේරු බිම් මැනීම
Engineering Survey

වර්ගඵල හා පරිමා

අප විසින් ක්ෂේත්‍රයේදි ලබා ගත් දත්ත භාවිතා කරමින් අදාල වන වර්ගඵලයන් හා පරිමාවන් ගණනය කිරිම සඳහා එම ලබා ගත් දත්ත ක්‍රමානුකූලව පෙලගස්වා ගත යුතුය. මෙම ගණනය කිරිමේ නිරවද්‍යතාවය පහත කරුණු අනූව රදා පවතී.

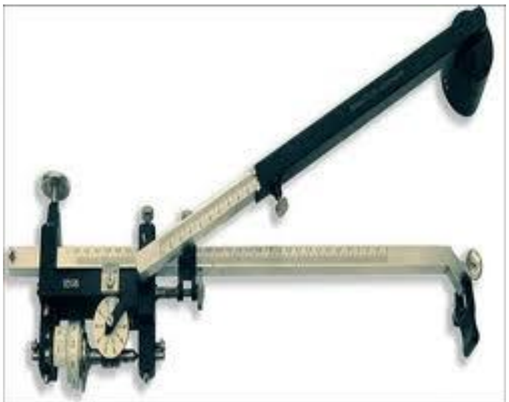
1. ලබා ගත් ක්ෂේත්‍ර මිණුම් වල නිරවද්‍යතාවය
2. නිර්මාණය කල සැලැස්මේ නිරවද්‍යතාවය
3. ගණනය කිරිම සඳහා යොදා ගන්නා ක්‍රමය

අප විසින් ක්ෂේත්‍රයේදි ලබා ගත් දත්ත දෝෂ සහිත වේ නම් ඒ සඳහා අදාල වන ශෝධන යෙදිය යුතුය.

වර්ගඵල හා පරිමා ගණනය කිරීම් ප්‍රධාන කොටස් තුනකට බෙදා වෙන් කල හැකිය.

1. යාන්ත්‍රික අනුකලනය (තලමානය භවිතයෙන්)
2. ඍජු රේඛා මගින් වටවන අවකාශය ගණනය කිරීම මගින්
3. අක්‍රමවත් රූප සටහන් වල ගණනය කිරීම්

1. තල මානය භාවිතයෙන් (Plani meter)



ඕනෑම හැඩයක් සහිත රූප සටහනක ගනනය කිරීම් සඳහා භාවිතා කල හැකි මෙම උපකරණය යොදා ගැනීම හා මෙමගින් මැන ගැනීමද ඉතා පහසුය. අක්‍රමවත් රූප සටහන් වල ගණනය කිරීම් වලදි මෙහි නිරවද්‍යතවය ද ඉහල අගයක් ගනී.

මෙමගින් මැනුම් කටයුතු සිදු කිරිමේදි ගණනය කිරීම් කල යුතු රූප සටහන් වලට අදාලවන පරිමාණයට අදාල තල මානයේ පරිමානය තොරා ගත යුතුය. ඉන් පසු අදාල රූප සටහන තිරස් මේසයක් මත දිග හැර තල මානයේ මැනුම් තුඩ මැනීමට අවශ්‍ය වන රේඛාව දිගේ දක්ෂිණාවර්තව ගෙන යනු ලැබේ. මෙම මැනුමේ නිරවද්‍යතාවය වැඩි කිරීම සඳහා එකම රූප සටහන කිහිප විටක් මැන බලනු ලැබේ.

උදා :-

මැනීමට පෙර තල මානයේ පාඨාංකය	=	**0.023**
මැනීමට පසු තල මානයේ පාඨාංකය	=	**1.636**
පාඨාංක වෙනස	=	**1.636 - 0.023**
		= **1.613**
තල මානයේ පරිමාණය	=	**1 / 2500²** (mm^2)

$$1 = 2500 \times 2500$$

$$1 \times 1.613 = 1.613 \times 2500 \times 2500$$

$$= \mathbf{1.008}\ (ha)$$ හෙක්ටයාර

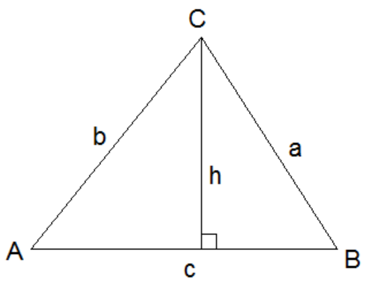
2. <u>සෘජු රේඛා මගින් වටවන අවකාශය ගණනය කිරීම මගින්</u>

දම්වැල් මැනුම් මගින් හා තියොඩොලයිට්ටු පරික්‍රමණ මගින් ලබා ගන්නා ලද මැනුම් මේ සඳහා භාවිතා කෙරේ.

a. *සරල ත්‍රිකෝණය*

මනින ලද සරල ත්‍රිකෝණයක වර්ගඵල ගනනය කිරීම සඳහා පහත සූත්‍රය භාවිතා කරයි.

වර්ගඵලය $= \frac{1}{2}$ (ආධාරකය x ලම්භක උස)



$$= \frac{1}{2}\ c.h$$

$$h = a.\ Sin\ B$$

$$\boxed{A = \frac{1}{2} c.a.SinB}$$

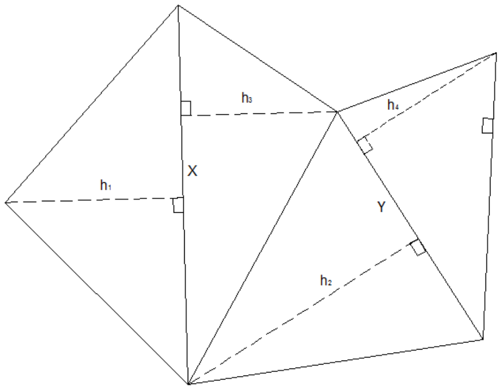
$$A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

$$S = \frac{a+b+c}{2}$$

b. ***සෘජු රේඛා මගින් වටවන අක්‍රමවත් රූප සටහන්***

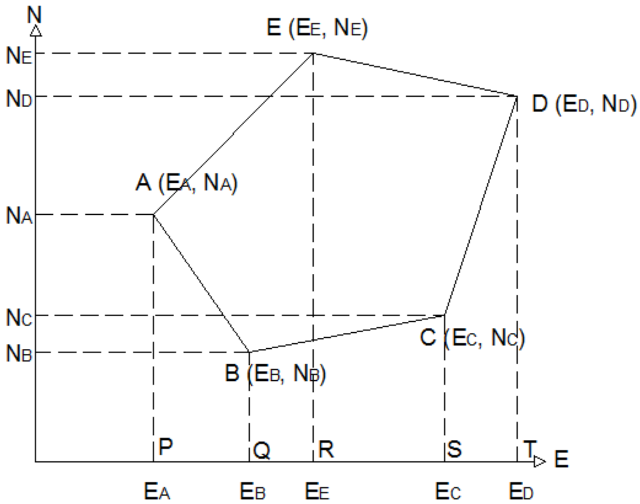
මෙවැනි රූප සටහන් සියල්ලම ත්‍රිකෝණ වලට බෙදා ගනු ලැබේ. පසුව මෙම ත්‍රිකොණ වල වර්ගඵල වෙන වෙනම ගනනය කරනු ලැබේ.

$$A = \frac{1}{2}\,(h1+h3)X + \frac{1}{2}\,(h2+h4)Y$$



c. ***සමාක්ෂ මගින් වටවන රූපයන්ගේ***

පරික්‍රමණ මැනුම් මගින් සොයා ගන්නා ලද අක්ෂාංශ හා අපයාන මගින් මගින් පහත පරිදි වර්ගඵල ගනනය කරනු ලැබේ.



වර්ගඵලය = ව.ඵ. (AERP) + ව.ඵ. (ERTD) - ව.ඵ. (ABQP) - ව.ඵ. (BCSQ) - ව.ඵ. (CDTS)

$$= \frac{1}{2}\left\{(N_E+ N_A)(E_E-E_A)+ (N_E+ N_D)(E_D-E_E)- (N_A+ N_B)(E_B-E_A)- (N_C+ N_B)(E_C-E_B)- (N_D+ N_C)(E_D-E_C)\right\}$$

$$= \frac{1}{2}\left\{N_E(E_E-E_A+E_D-E_E)+ N_A (E_E-E_A -E_B+E_A)- N_B (E_B-E_A+E_C-E_B)- N_C(E_C-E_B-E_D-E_C)- N_D(-E_D+E_E+E_D-E_C)\right\}$$

$$= \frac{1}{2}\left\{N_E(-E_A+E_D)- N_A (E_E -E_B)- N_B (-E_A+E_C)- N_C(-E_B+E_D)- N_D(E_E -E_C)\right\}$$

$$= \frac{1}{2}\left\{N_E(E_D-E_A)+ N_A (E_E -E_B)+ N_B (E_C-E_A)+ N_C(E_B-E_D)+ N_D(E_C - E_E)\right\}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i\left(E_{i+1}-E_{i-1}\right)}{2}$$

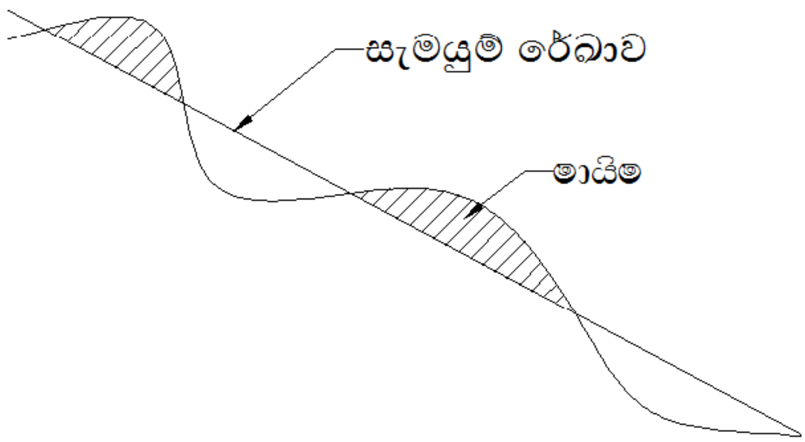
$$A = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i\left(E_{i+1} - E_{i-1}\right)}{2}$$

4. <u>අක්‍රමවත් රූප සටහන් වල ගණනය කිරීම්</u>

ක්ෂේත්‍රයේදි මැනුම් කටයුතු බොහෝ විට ඍජු රේඛාවලින් පවතින මුත් මායිම් ආශ්‍රිතව මිනුම් ගැනීමේදී රේඛාවන් අක්‍රමවත් බවින් යුක්ත වේ. එවැනි අවස්ථාවන්හි දී පහත දැක්වෙන ආකාර වලින් වර්ගඵලයන් ගණනය කල හැක.

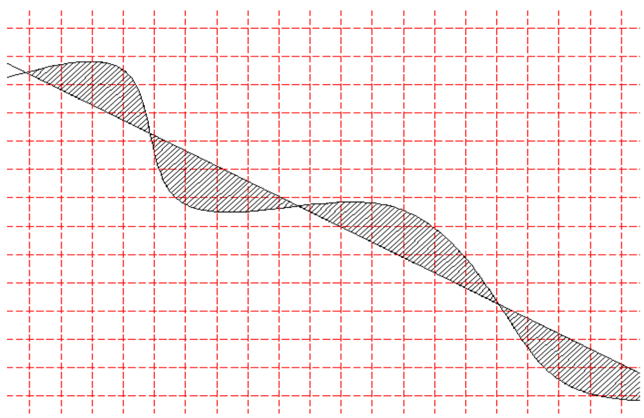
a. *සැමයුම් ක්‍රමය* ***- Give & Take Method***

මෙහිදි අක්‍රමවත්ව පවතින මායිම හරහා මිනුම් ගැනීමේදී එය පහත රූපයේ පරිදි බෙදී යන ආකාරයට මැනුම් රේඛාව පිහිටවනු ලැබෙ. ඉන්පසු සුදුසු ක්‍රමයක් භාවිතා කර එහි වර්ගඵලයන් සොයනු ලැබේ.



b. *කොටු ගණනය මගින්* ***- Counting Squares***

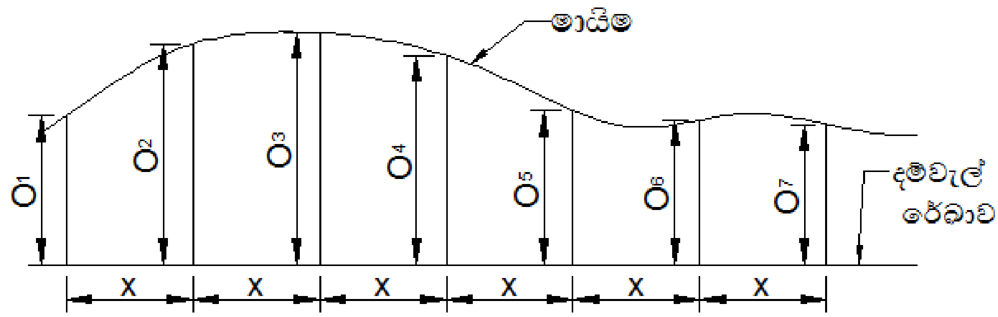
නිර්මාණය කරන ලද සැලසුම පරිමාණයක්ට අදින ලද සමචතුරස්‍ර පිහිටි ලැකුම් කඩදාසියක් මතින් තබා එම සැලසුම මගින් ආවරණය වන චතුරස්‍ර ප්‍රමාණය ගනන් කරනු ලැබේ. පරිමාණය දන්නා බැවින් එහි වර්ගඵලය ගණනය කල හැකිය.



c. ***ත්‍රපීසාභ නීතිය මගින් - Trapezoidal rule***

පහත රූපයේ පරිදි අක්‍රමවත් මායිම කුඩා කොටස් වලට වෙන්වන පරිදි නියත දූරකින් ක්ෂේත්‍රයේදි අනුලම්භ ගනු ලැබේ. නැත්හොත් අඳින ලද සිතුවමේ මායිමට ඇති දුර ප්‍රමාණ පරිමාණය මගින් මැනගනු ලැබේ.

ඉන්පසු මෙසේ බෙදා වෙන්වුනු කොටස් ත්‍රිපීසියම් ලෙස සලකා පහත පරිදි වර්ගඵලය ගණනය කෙරේ.



පළමු කොටසේ වර්ගඵලය $= \frac{O_1 + O_2}{2} \times X$

දෙවන කොටසේ වර්ගඵලය $= \frac{O_2 + O_3}{2} \times X$

අවසාන කොටසේ වර්ගඵලය $= \frac{O_6 + O_7}{2} \times X$

එලෙස සියළු කොටස් වල වර්ගඵලය,

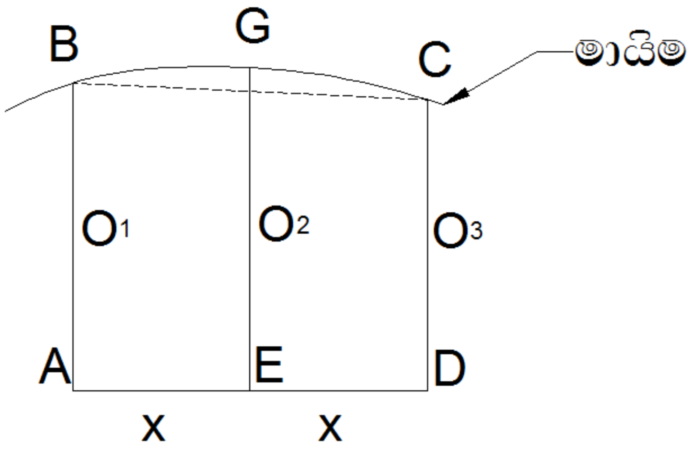
$$= \frac{X}{2} \times \{(O_1 + O_2) + (O_2 + O_3) + (O_3 + O_4) + (O_4 + O_5) + (O_5 + O_6) + (O_6 + O_7)\}$$

$$= \frac{X}{2} \times \{(O_1 + 2O_2 + 2O_3 + 2O_4 + 2O_5 + 2O_6 + O_7)\}$$

$$\boxed{A = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{O_i + O_n}{2} + (O_{i+1} + O_{i+2} + O_{i+4} + ... + O_{n-1}) \right)}$$

d. ***සිම්සන් නීතිය මගින්***

පාරවලයක් සේ සලකා මෙමගින් වර්ගඵලය සොයන බැවින් මෙහි නිරවද්‍යතාවය අනෙක් න්‍යායන්ට සාපේක්ෂව ඉහල අගයක් ගනු ලැබේ. අනු ලම්භ දුරවල් ඔත්තේ සංඛ්‍යාවක් ඇති විට මෙය භාවිතා කරනු ලබයි. අනු ලම්භ දුරවල් ඉරට්ටේ සංඛ්‍යාවක් ඇති විට එක් කොටසක් අතහැර අනෙක් කොටස් වල වර්ගඵල සොයන අතර ඉන්පසු අත්හරින ලද කොටසේ වර්ගඵලය ත්‍රපීසාභ නියමයෙන් සොයනු ලැබේ.



වර්ගඵලය = ත්‍රැපීසියමෙ ව.ඵ.(AEDCFB) + ව.ඵ.(BFCG)

$$= \frac{O_1 + O_2}{2} \times 2X + \frac{2}{3} \text{(පරිනතකල සමාන්තරාස්‍රයේ ව.ඵ)}$$

$$= \frac{O_1 + O_2}{2} \times 2x + \frac{2}{3} \times 2x\left(O_2 - \frac{O_1 + O_2}{2}\right)$$

$$= \frac{x}{3}(3O_1 + 3O_3 + 4O_2 - 2O_1 - 2O_3)$$

$$= \frac{x}{3}(O_1 + 4O_2 - O_3)$$

ඊලග කොටස සඳහා,

වර්ගඵලය $= \frac{x}{3}(O_3 + 4O_4 - O_5)$

$$\boxed{A = \frac{x}{2}\sum_{i=1}^{n}\left(O_i + O_n + 2(O_{i+2} + O_{i+4} + .. + O_{n-2}) + 4(O_{i+1} + O_{i+3} + .. + O_{n-1})\right)}$$

පරිමාව

සිවිල් ඉංජිනේරු වෘත්තියෙදී පස් කැපීම, පිරවීම බහුලව යෙදේ. උදාහරණයක් ලෙස කසල කානුවක් නැතහොත් ඇළ මාර්ගයක් නිර්මාණය කිරීමේදී කොපමණ ප්‍රමාණයක් පස් ඉවත් කෙරේ ද ඒ සඳහා යන්ත්‍ර කොපමණ යෙදවිය යුතු වේද යනාදී ගණන් බැලීම සඳහා පරිමාව සෙවීම කල යුතුය.

හරස්කඩ භාවිතයෙන් එහි අදාල වන එක් කොටස් වල වර්ගඵලයන් වෙන වෙනම ගණනය කොට පහත දැක්වෙන සූත්‍ර මගින් පරිමාවන් ගණනය කරනු ලැබේ.

- **මධ්‍යන්‍ය වර්ගඵලය මගින් (Mean Area)**

$$V_{ma} = \frac{A_i + A_{i+1} + A_{i+2} + A_{i+3} + A_{i+4} + \ldots + A_{n-1}}{n} \times L$$

$$\boxed{V_{tz} = L\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{A_i + A_{i+1} + A_{i+2} + A_{i+3} + A_{i+4} + \ldots + A_{n-1}}{n}\right)}$$

- **අන්ත වර්ගඵලය මගින් (End Area)**

$$\boxed{V_{end} = D.\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right)}$$

- **ප්‍රිස්මාභ සූත්‍රය මගින් (Prismoidal Formula)**

$$\boxed{V_{pris} = \frac{D}{6}.\left(A_1 + 4\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) + A_2\right)}$$

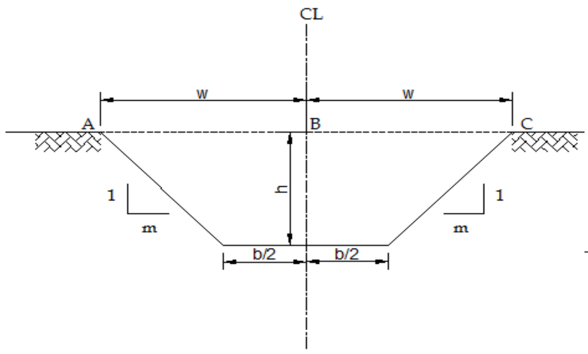
පරිමාව සෙවීම ප්‍රධාන වශයෙන් කොටස් තුනකට බෙදා වෙන්කල හැකිය.

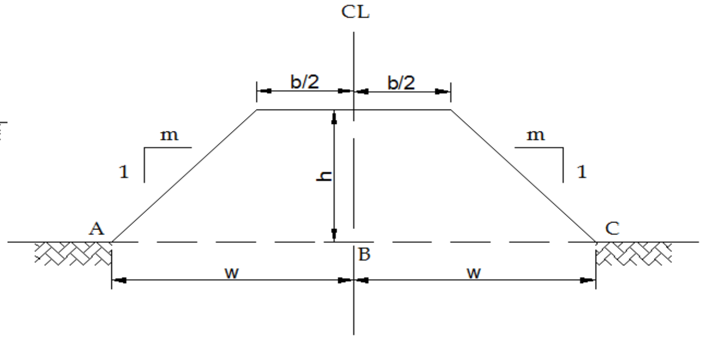
1. හරස්කඩ මගින්
2. සමෝච්ච රේඛා මගින්
3. ස්ථාණීය උස මගින්

1. හරස්කඩ මගින්

a) මට්ටම් හරස්කඩ - Level Across

පහත දැක්වෙන්නේ තිරස් වූ පොළෝ තලයක් මත කපන ලද කපන ලද ඇලක හරස්කඩකි.





මධ්‍ය රේඛාවෙ සිට පතුලේ පළල = b/2

මධ්‍ය රේඛාවෙ සිට මුදුනතේ පළල = w

කපන උස = h

පැති මුණතේ බැවුම = 1 :h

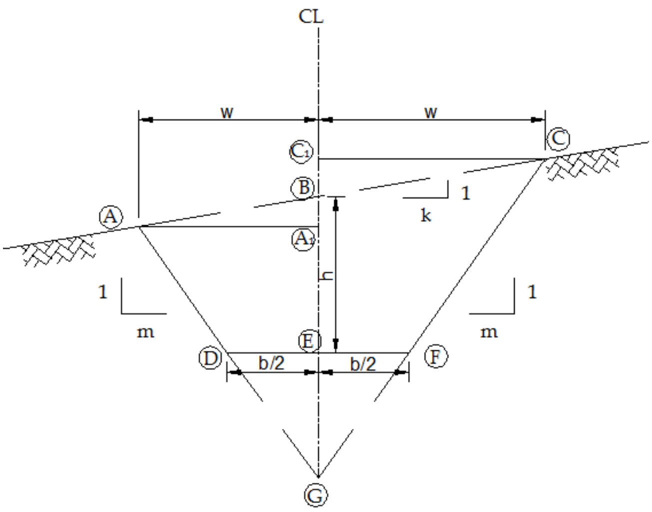
$$w = \frac{b}{2} + mh$$

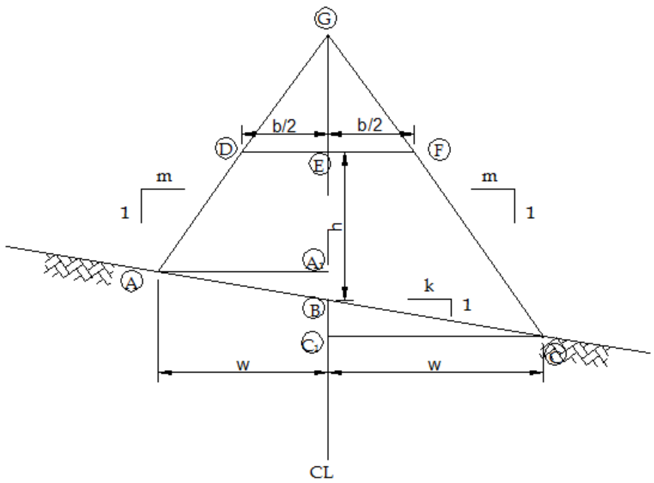
$$2w = b + 2mh$$

$$A = h.\left(\frac{b+b+2mh}{2}\right)$$

$$\boxed{A = h.(b+mh)}$$

b) බැවුමක් සහිත - Cross Fall





මධ්‍ය රේඛාවෙ සිට පතුලේ පළල = b/2

මධ්‍ය රේඛාවෙ සිට මුදුනතේ පළල = w

කපන උස = h

පැති මුණතේ බෑවුම = 1 :h

භූමියේ බෑවුම = 1 : k

$$C_1B = \frac{w_1}{k}$$

$$A_1B = \frac{w_2}{k}$$

$$GE = \frac{b}{2m}$$

$$\therefore C_1CG\Delta \equiv EFG$$

$$\frac{CC_1}{EF} = \frac{GC_1}{GE}$$

$$\frac{w_1}{b/2} = \frac{\frac{2b}{2m} + h + \frac{w_1}{k}}{b/2m}$$

$$w_1 = m.\left(\frac{b}{2m} + h + \frac{w_1}{k}\right)$$

$$w_1\left(1 - \frac{m}{k}\right) = \frac{b}{2} + mh$$

$$\therefore \quad w_1 = \left(\frac{b}{2} + mh\right) + \left(\frac{k}{k-m}\right)$$

එසේම,

$$\frac{AA_1}{DE} = \frac{GA_1}{GE}$$

$$\frac{w_2}{b/2} = \frac{\frac{2b}{2m} + h - \frac{w_2}{k}}{b/2m}$$

$$\therefore \quad w_2 = \left(\frac{b}{2} + mh\right) + \left(\frac{k}{k+m}\right)$$

වර්ගඵලය,

$ACFDA$ ව.ඵ. $= BCG\Delta + ABG\Delta - DFG\Delta$

$$= \frac{1}{2}w_1\left(\frac{b}{2m}+h\right)+\frac{1}{2}w_2\left(\frac{b}{2m}+h\right)-\frac{1}{2}b\frac{b}{2m}$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{b}{2m}+h\right)(w_1+w_2)-\frac{b^2}{4m}$$

$$= \frac{1}{2m}\left\{\left(\frac{b}{2}+mh\right)(w_1+w_2)-\frac{b^2}{2}\right\}$$

$$\boxed{A = \frac{1}{2m}\left\{\left(\frac{b}{2}+mh\right)(w_1+w_2)-\frac{b^2}{2}\right\}}$$

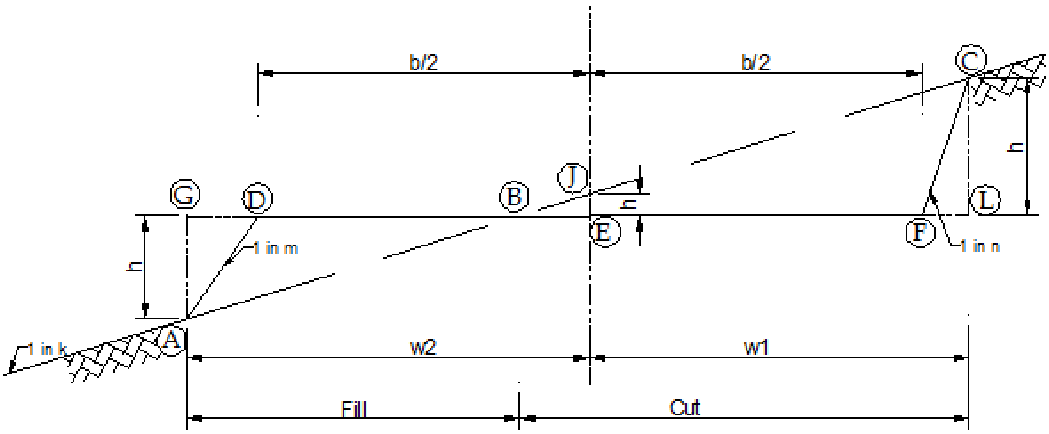
$$w_1 = \left(\frac{b}{2}+mh\right)+\left(\frac{k}{k-m}\right)$$

$$w_2 = \left(\frac{b}{2}+mh\right)+\left(\frac{k}{k+m}\right)$$

CF අතර මට්ටම් වෙනස $= h+\frac{w_1}{k}$

AD අතර මට්ටම් වෙනස $= h+\frac{w_2}{k}$

a) කැපීම හා පිරවීම- Cut & Fill



ඉහත රූපය සලකා,

$$GBA\Delta \equiv BCL\Delta$$

$$\therefore \quad \frac{GB}{BE}=\frac{h_2}{h}$$

$$\frac{GB+BE}{BE}=\frac{h+h_2}{h}$$

නමුත් $GB+BE=w_2$

$$BE=k.h$$

$$w_2=k(h+h_2)$$

$$GD=mh_2$$

$$GE-DE=mh_2$$

$$w_2-\frac{b}{2}=mh_2$$

$$h_2=\frac{w_2-b/2}{m}$$

$$h_2=\frac{2w_2-b}{2m}$$

$$w_2=k\left(h+\frac{2w_2-b}{2m}\right)$$

$$2mw_2=2mkh+2w_2k-bk$$

$$2w_2(k-m)=bk-2mkh$$

$$w_2=\left(\frac{k}{k-m}\right)\left(\frac{b}{2}-mh\right)$$

$$\frac{BL}{BE}=\frac{EL+BE}{BE}=\frac{h_1}{h}$$

$$\frac{EL}{BE}=\frac{h_1-h}{h}$$

$$BE=kh$$

$$EL=w_1=k(h_1-h)$$

$$FL=nh_1=w_1-\frac{b}{2}$$

$$h_1=\frac{2w_1-b}{2n}$$

$$w_1 = k\left(\frac{2w_1 - b}{2n} - h\right)$$

$$w_1 = \left(\frac{k}{k-n}\right)\left(\frac{b}{2} + nh\right)$$

පිරවූ වපසරිය-Area of Fill (A_f), $= \frac{1}{2} h_2 . DB$

$$= \frac{1}{2} h_2 . \left(\frac{b}{2} - kh\right)$$

$$A_f = \frac{1}{2}\left(\frac{2w_2 - b}{2m}\right)\left(\frac{b}{2} - kh\right)$$

$$\boxed{A_f = \frac{1}{2}\left(\frac{(b/2 - kh)^2}{(k-m)}\right)}$$

කැපූ වපසරිය - Area of Fill (A_c) $= \frac{1}{2} h_1 . BF$

$$= \frac{1}{2} h_1 \left(\frac{b}{2} + kh\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{2w_1 - b}{2n}\right)\left(\frac{b}{2} + kh\right)$$

$$\boxed{A_c = \frac{1}{2}\left(\frac{\left(b/2 + kh\right)^2}{(k-n)}\right)}$$

Lecturer:

Mr. Shalika Manoj Ekanayake

College of Engineering

Institution of Engineers, Sri Lanka

E-mail : shalikamanoj@yahoo.com