# After mid

## Chapter-7

## Demand Forecasting

**Forecasting:**

Process of predicting a future event.

### Steps in Forecasting Process

# Determine the process

→ আমাকে কিসের forecast বের করতে হবে সেটা আমাকে জানতে হবে.

# Establish a time horizon

→ কতদিন বাদি forecast.

# select a forecasting technique:

→ অনেক কিছুর basis করে আমাকে forecasting করতে হবে যেমন: আমার কাছে previous year এর data আছে কিনা, previous এর data না থাকলে আমাকে হয়তো experience এর উপর base করে forecast করতে হতে পারে।

# Gather and analyze the appropriate data:

→ Data collect করতে হবে। Experience, knowledge যেটাই হোক।

# Prepare the forecast:

→ যে Technique বলা হয়েছে সেই Technique গুলাতে Data বসিয়ে forecast করতে হবে।

# Monitor the forecast:

→ একবার forecast করলেই কিন্তু কাজ শেষ না, আমাকে monitor করতে থাকতে হবে।

## Types of Forecasts by Time Horizon:

### # Short-range forecast:

→ Usually less than 3 months.

→ Job scheduling, worker assignment

### # Medium-range forecast:

→ 3 months to 3 years

→ Sales & production planning, budgeting

### # Long-range forecast:

→ $3^+$ years

→ New product planning, facility location

# Forecasting Appoaches

## # Quantitive Methods:

→ যখন আমার কাছে previous data আছে, আমি existing technology তে কাজ করতেছি। যেমন: আমি রড এর production দিচ্ছি। আমার ৩ বছর ধরে business running চলতেছে, ৩ নম্বর বছরের কি পরিমাণ রড এর production হবে সেটা predict করতে চাচ্ছি। আমি data use করে খুব easily বুঝতে পারবো আমার কি পরিমাণ Production দিতে হবে.

→ Involves mathemetical technique

ex: Forecast demand of Rod of steel plant.

# Qualitative Methods:

→ যেখানে আমাকে knowledge, experience use করতে হবে, যেখানে এমন previous data available না সেই সব case এ আমাকে Qualitative method use করতে হবে.

Example:

Suppose, আমি নতুন একটা product বাজারে নিয়ে আসবো. এখন, ওই product এর information আমার কাছে এত available না. আমার factory এর কাছে সেটা একদমই নতুন. নতুন Technology use করে আমার production কিরকম হবে সেটা কিন্তু unknown. তো এসব ক্ষেত্রে আমার experience, knowledge থেকে help নিতে হবে.

→ Involves intution, experience

ex: First arrival of android phone.

# Qualitytative Methods

## # Sales force composite / (or grass root forecasting)

→ Person closest to customer ends knows best. দোকানদার বা retailer যারা সরাসরি customer দের কাছে Product sell করে,

→ Sales representative know what customer wants

→ Manufacturing firms

# Jury of Executive Opinion (or panel concensus):

Group of experts people নিয়ে হচ্ছে Jury.

Main decision টা আসে Jury board থেকে, Jury board এর decision এর উপর base করে Judge পরে decide করে কি করবে.

→ relatively quick process কারণ সব ধরনের experts রা একটা meeting এ বসে সমাধান করে ফেলেন.

→ free exchange of ideas

→ কারণ technician থেকে শুরু করে top level পর্যন্ত সবাই মতামত দিতে পারে.

→ Higher employee থেকে lower level employee এর মতামতের acceptance যদি বেশি হয় তাহলে সে ক্ষেত্রে Higher level employee তার উপর ক্ষমতা বাড়াতে পারে. এটা একটা অসুবিধা.

# Delphi Method:

Group of expert people দের ডাকা হয়। কিন্তু এখানে freely idea exchange করা হয় না।

একটা Questionnair set করা হয়। সেখান থেকে তাদের বিভিন্ন opinion নেয়া হয়। পরবর্তীতে সবগুলো answer নিয়ে তারপরে যে answer গুলো সবচেয়ে বেশি বার আসছে ওই answer গুলো থেকে আবার question করা হয়। এভাবে বার বার করে Individually যতক্ষণ না পর্যন্ত সবাই একটা answer এ পৌঁছাচ্ছে বা maximum মানুষ একটা answer এ পৌঁছাচ্ছে ততক্ষণ এই iteration process চলতে থাকে।

→ Delphi method is a time consuming method

# Consumer Market Survey (or Market Research):

→ Survey এর মাধ্যমে customer রা কি চায়, তাদের কি Demand সেটা জানা. আমি যখন customer দের থেকে নেয়া Survey দেখবো তখন বুঝতে পারবো আমার product টা market এ কি পরিমাণ sell হবে.

---

# Naive Approach:

→ previous যে actual value ছিলো ওই value টা দেখে আমি ওটার মাঝে minor adjustment করে আমার forecast value টা calculate করবো.

→ Small business এর ক্ষেত্রে এটা অনেক effective & effeciant.

# Moving Average Method:

→ এখানে একটা Time period বলে দেয়া থাকে যে ওই Time period এর moving average এর একটা Time period এর Duration দেয়া থাকে যেমন: 3 period moving average, 2 period moving average, 4 period moving average. যদি 3 period moving average বলে তাহলে যে Time period এর moving average বের করতে বলবে তার previous 3 টা year এর actual value এর average নিলেই আমি forecast value টা পেয়ে যাবো. যদি 4 period moving average বলে তাহলে ওই Time period এ 4টা previous value যোগ করে 4 দিয়ে ভাগ করে average বের করলেই আমি moving average টা পেয়ে যাবো.

Question:

You're manager of a museum store that sells historical replicas. You want to forecast sales (000) for 2003 using a 3 period moving average.

| | |
|---|---|
| 1998 | 4 |
| 1999 | 6 |
| 2000 | 5 |
| 2001 | 3 |
| 2002 | 7 |
| 2003 | ? |

$$3 \text{ period moving average} = \frac{7+3+5}{3}$$

$$= 5$$

3 period moving average for 2003 is 5

# Weighted Moving Average Method:

→ Moving average method এ সব data কে same importance দেয়া হয়। But যখন ই আমি চাইবো Data wise importance change হবে তখন আমাকে অন্য আরেকটা method apply করতে হবে সেটা হচ্ছে weighted moving averag method.

## Question:

A department store may find that in a four-month period, the best forecast is derived by using 40 percent of the actual sales for the most recent month, 30 percent of two months ago, 20 percent of three months ago and 10 percent of four months ago. If actual sales experience was

| Month | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Actual Sales(A) | 100 | 90 | 105 | 95 | |
| Weight(W) | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | |

Suppose, এমন যদি হয় যে W2 এর value তথ্য হয় তখন value কেবল করে নিতে হবে

$$W2 = 1 - (0.1 + 0.3 + 0.4)$$

$$= 0.2$$

$$F5 = W4A4 + W3A3 + W2A2 + W1A1$$

$$= 0.4 \times 95 + 0.3 \times 105 + 0.2 \times 90 + 0.1 \times 100$$

$$= 97.5 \text{ unit}$$

Ans

# Exponential Smoothing Method:

→ যখন কিছুটা Trend থাকে সায় এরকম ক্ষেত্রে exponential smoothing method use করা হয়।

→ Requires smoothing constant ($\alpha$)

* Ranges from 0 to 1

## Formula:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

$F_t$ = Forecast value

$A_t$ = Actual value

$\alpha$ = Smoothing constant

$A_{t-1} - F_{t-1}$ = Forecast error

Actual value থেকে Forecast value বাদ দিলে Forecast error পাওয়া যায়

alpha ($\alpha$) এর value যদি 0.01 - 0.1 এর মধ্যে থাকে তাহলে সেই product নিয়ে আমি কথা বলছি সেই Product এর Demand বাজারে stable.

কিছু product আছে যেগুলো seasonal product বা সেই product গুলোতে Trend দেখা যায় যেমন: শীতকালের কাপড়, এমন ক্ষেত্রে alpha এর value (0.11 - 0.3) এর মধ্যে ধরা হয়.

# Exponential Smoothing Example:

During the past 8 quarters, the Port of Mongla has unloaded large quantities of gain ($\alpha = .10$). The first quarter forecast was 175. Find the forecast for the 9th quarter

| Quarter | Actual | Forecast value |
|---|---|---|
| 1 | 180 | 175 |
| 2 | 168 | $175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$ |
| 3 | 159 | $175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$ |
| 4 | 175 | $174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$ |
| 5 | 190 | $173.18 + .10(175 - 173.18) = 173.36$ |
| 6 | 205 | $173.36 + .10(190 - 173.36) = 175.02$ |
| 7 | 180 | $175.02 + .10(205 - 175.02) = 178.02$ |
| 8 | 182 | $178.02 + .10(180 - 178.02) = 178.22$ |
| 9 | | $178.22 + .10(182 - 178.22) = 178.58$ |

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

$$F_2 = F_{2-1} + \alpha(A_{2-1} - F_{2-1})$$

$$= F_1 + \alpha(A_1 - F_1)$$

# Least Squares Equation

## Equation:

$$\hat{y}_i = a + bx_i$$

## Slope:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\bar{x}^2}$$

## y-intercept:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

# Using a Trend Line

The demand for electrical power at N.Y. Edison over the years 1997-2003 is given at the left. Find the overall trend. Also find the demand at 2004 and 2005

| Year | Demand (Y) | $x$ | $x^2$ | $xY$ |
|---|---|---|---|---|
| 1997 | 74 | 1 | 1 | 74 |
| 1998 | 79 | 2 | 4 | 158 |
| 1999 | 80 | 3 | 9 | 240 |
| 2000 | 90 | 4 | 16 | 360 |
| 2001 | 105 | 5 | 25 | 525 |
| 2002 | 142 | 6 | 36 | 852 |
| 2003 | 122 | 7 | 49 | 854 |
| Total | 692 | 28 | 140 | 3063 |

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{28}{7} = 4$$

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma Y}{n} = \frac{692}{7} = 98.86$$

x এবং y এর মধ্যে যেটা Dependant সেটা হচ্ছে y, যেটা independant সেটা হচ্ছে x.
এখানে, Demand কিন্তু Time এর উপর dependant, Time period টা হচ্ছে x. x হচ্ছে Time এর index টা.

$$\text{Slope, } b = \frac{\Sigma xy - n.\bar{x}\bar{y}}{\Sigma x^2 - n.\bar{x}^2}$$

$$= \frac{3063 - 7.4.98.86}{140 - 7.(4)^2}$$

$$= 10.5$$

y-intercept, $a = 98.86 - 10.5.4$ $[a = \bar{y} - b\bar{x}]$

$$= 56.74$$

Equation, $y = a + bx$

$$= 56.74 + 10.5x \quad \text{---- (i)}$$

$X_{2004} = 8$, $X_{2005} = 9$

Demand for 2004, $y = 56.74 + 10.5 \times 8 = 140.98$

Demand for 2005, $y = 56.74 + 10.5 \times 9 = 151.24$ Ans

যদি আমাকে 3018 এর জন্য Demand বের করতে বলা হতো তাহলে x হইতো

$(3018 - 1997) = 1021 + 1$

$= 1022$

এখানে, 1 যোগ করেছি কারণ 1997 আমার year এ already আছে, এটাকে আমরা বাদ দিতে পারবো না,

Example:

A firm's sales for a product line during the 12 quarters of the past three years were as follows:. Find the quarter 13, 14, 15 and 16

| Quarter | Sales ($y$) | $x$ | $x^2$ | $xy$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 600 | 1 | 1 | 600 |
| 2 | 1550 | 2 | 4 | 3100 |
| 3 | 1500 | 3 | 9 | 4500 |
| 4 | 1500 | 4 | 16 | 6000 |
| 5 | 2400 | 5 | 25 | 12000 |
| 6 | 3100 | 6 | 36 | 18600 |
| 7 | 2600 | 7 | 49 | 18200 |
| 8 | 2900 | 8 | 64 | 23200 |
| 9 | 3800 | 9 | 81 | 34200 |
| 10 | 4500 | 10 | 100 | 45000 |
| 11 | 4000 | 11 | 121 | 44000 |
| 12 | 4900 | 12 | 144 | 58800 |
| Total | 33350 | 78 | 650 | 268200 |

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{78}{12} = 6.5$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{n} = \frac{33350}{12} = 2779.16$$

$$\text{slop, } b = \frac{\sum xy - n.\bar{x}.\bar{y}}{\sum x^2 - n.\bar{x}^2}$$

$$= \frac{268200 - 12.6.5.2779.16}{650 - 12.(6.5)^2}$$

$$= 359.6$$

y-intercept, $a = \bar{y} - b\bar{x}$

$$= 2779.16 - 359.6 \times 6.5$$

$$= 941.6$$

Equation, $y = a + bx$

$$= 941.6 + 359.6x \text{ ---- } (i)$$

$x_{13} = 13$, $x_{14} = 14$, $x_{15} = 15$, $x_{16} = 16$

For, quarter 13, $y = 941.6 + 359.6 \times 13 = 5116.4$

" " 14, $y = 941.6 + 359.6 \times 14 = 5479$

For quarter, 15, $y = 441.6 + 359.6 \times 15 = 5835.6$

For quarter, 16, $y = 441.6 + 359.6 \times 16 = 6195.2$

Ans

## Forecast Error Equations

### # Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{\Sigma (A-F)^2}{n}$$

### # Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\Sigma |A-F|}{n}$$

### # Mean Absolute Percent Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{\Sigma \frac{|A-F|}{A} \times 100}{n}$$

# Forecast ERROR Calculation

| Period | Actual | Forecast | Error (A-F) | \|Error\| | Error² | (Error/Actual)*100 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 217 | 215 | 2 | 2 | 4 | 0.92% |
| 2 | 213 | 216 | -3 | 3 | 9 | 1.41% |
| 3 | 216 | 215 | 1 | 1 | 1 | 0.46% |
| 4 | 210 | 214 | -4 | 4 | 16 | 1.90% |
| 5 | 213 | 211 | 2 | 2 | 4 | 0.94% |
| 6 | 217 | 214 | 5 | 5 | 25 | 2.28% |
| 7 | 216 | 217 | -1 | 1 | 1 | 0.46% |
| 8 | 212 | 216 | -4 | 4 | 16 | 1.89% |
| Total | | | | 22 | 76 | 10.26% |

$$MSE = \frac{\Sigma(A-F)^2}{n} = \frac{76}{8} = 9.5$$

$$MAD = \frac{\Sigma|A-F|}{n} = \frac{22}{8} = 2.75$$

$$MAPE = \frac{\Sigma\left|\frac{A-F}{A}\right| \times 100}{n} = \frac{10.26\%}{8} = 1.28\%$$